

TUGAS AKHIR

RANCANG BANGUN KAPAL PENYELAMAT DIPANTAI SELAT BARU

*Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program studi
Diploma III Jurusan Teknik Perkapalan*



Oleh:

MUHAMMAD ZAKUAN

NIM: 1103230034

PROGRAM STUDI D-III TEKNIK PERKAPALAN

JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN

POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS

AGUSTUS 2026

HALAMAN PENGESAHAN
**“RANCANG BANGUN KAPAL PENYELAMAT DIPANTAI SELAT
BARU”**

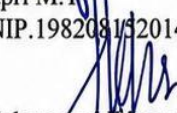
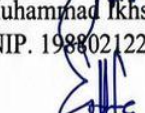
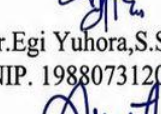
*Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Studi Diploma III Jurusan Teknik perkapalan*

Oleh:

MUHAMMAD ZAKUAN
NIM. 1103230034

Disetujui oleh tim penguji tugas akhir:

Tanggal ujian: 07 Agustus 2026
Periode Wisuda: 2026

- | | |
|--|-----------------|
| 1. 
Muhammad Helmi, S.T., M.T
(NIP. 198208152014041001) | (Pembimbing I) |
| 2. 
Jupri M.T.
(NIP. 198208152014041001) | (Pembimbing II) |
| 3. 
Muhammad Ikhsan, S.T., M.T
(NIP. 198802122022031002) | (Penguji I) |
| 4. 
Dr. Egi Yuhora, S.Si., M.Si
(NIP. 198807312025062001) | (Penguji II) |
| 5. 
Nur Audina, S.Pi., M.Si
(NIP. 199408062022032013) | (Penguji III) |

Bengkalis, 07 Agustus 2026
Ketua Program Studi DIII Teknik Perkapalan



Jupri M.T
(NIP. 198707012025211080)

LEMBAR PENGESAHAN

Kami dengan sebenarnya menyatakan bahwa, kami telah membaca keseluruhan dari tugas akhir ini, dan kami berpendapat bahwa tugas akhir ini layak dan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar Ahli Madya.

Tanda Tangan : 
Nama Penguji 1 : Muhammad Ikhsan, S.T., M.T
Tanggal Pengujian : 07 Agustus 2026

Tanda Tangan : 
Nama Penguji 2 : Dr. Egi Yuliora, S.Si., M.Si
Tanggal Pengujian : 07 Agustus 2026

Tanda Tangan : 
Nama Penguji 2 : Nur Audina, S.Pi., M.Si
Tanggal Pengujian : 07 Agustus 2026

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tugas akhir ini adalah asli hasil karya saya dan tidak terdapat karya yang pernah di lakukan untuk memperoleh gelar ahli madya di perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah di tulis atau di publikasikan oleh orang lain, keccualiyang secara tertulis di sebutkan sumber nya dalam naskah dan daftar pustakan.

Bengkalis, 7 Agustus 2026



MUHAMMAD ZAKUAN
NIM. 1103230034

RANCANG BANGUN KAPAL PENYELAMAT DIPANTAI SELAT BARU

Nama Mahasiswa : Muhammad Zakuan
Nim : 1103230034
Dosen Pembimbing I : Muhammad Helmi, ST., MT.
Dosen Pembimbing II : Jupri M.T

ABSTRAK

Pantai Wisata Selat Baru membutuhkan kapal penyelamat untuk membantu proses pertolongan dan evakuasi korban di laut. Penelitian ini bertujuan merancang dan membuat kapal penyelamat berbahan kombinasi *plywood* dan *fiberglass* yang sesuai dengan kebutuhan di Pantai Selat Baru. Metode yang digunakan meliputi studi literatur, survei dan wawancara, penentuan ukuran utama, pembuatan Rencana Umum (RU) dan Rencana Garis (RG), analisis menggunakan *Maxsurf*, serta pembuatan kapal dengan metode *hand lay-up*. Hasil perancangan diperoleh ukuran kapal dengan panjang 4 m, lebar 2 m, tinggi 0,45 m, dan sarat 0,15 m. Hasil analisis stabilitas menunjukkan nilai GZ maksimum sebesar 0,518–0,519 m dengan sudut maksimum $29,1^{\circ}$ dan Initial GMt sebesar 2,171 m. Berdasarkan hasil analisis, kapal memiliki stabilitas yang baik dan memenuhi kriteria IMO A.749(18) yang digunakan dalam penelitian. Kapal yang dirancang diharapkan dapat menjadi sarana pendukung keselamatan dan pertolongan di kawasan Pantai Wisata Selat Baru.

Kata kunci: kapal penyelamat, *plywood*, *fiberglass*, *hand lay-up*, stabilitas.

DESIGN AND CONSTRUCTION OF A RESCUE BOAT AT SELAT BARU BEACH

Author : Muhammad Zakuan
Nim : 1103230034
Supervisor I : Muhammad Helmi, ST., MT.
Supervisor II : Jupri M.T

ABSTRACT

Selat Baru Beach requires a rescue boat to assist in the rescue and evacuation of victims at sea. This study aims to design and construct a rescue boat made from a combination of plywood and fiberglass, tailored to the specific needs of Selat Baru Beach. The methodology employed includes a literature review, surveys and interviews, determination of principal dimensions, creation of General Arrangement (GA) and Lines Plans, analysis using Maxsurf software, and boat construction via the hand lay-up method. The design yielded a boat with a length of 4 m, a breadth of 2 m, a depth of 0.45 m, and a draft of 0.15 m. Stability analysis results indicate a maximum GZ value of 0.518–0.519 m at a maximum angle of 29.1°, and an initial GMt of 2.171 m. Based on the analysis, the boat demonstrates good stability and complies with the IMO A.749(18) criteria applied in this study. The designed boat is expected to serve as a vital asset for safety and rescue operations in the Selat Baru Beach area.

Keywords: rescue boat, plywood, fiberglass, hand lay-up, stability.

KATA PENGANTAR

Segala puji hanya milik Tuhan Yang Maha Esa. Berkat limpahan Rahmat dan karunianya penyusun mampu menyelesaikan Tugas Akhir tepat pada waktunya. Pada penyusunan tugas akhir ini banyak pihak yang telah memberikan bantuan materimaupun spiritual. Untuk itu saya ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Muhammad Ikhsan, S.T., M.T selaku Ketua Jurusan Teknik Perkapalan, Politeknik Negeri Bengkalis.
2. Bapak Siswandi, B, S.T., M. T selaku Sekretaris Jurusan Teknik Perkapalan terima kasih atas bimbingan masukan beserta ide-ide yang telah diberikan.
3. Bapak Jupri, M.T selaku Ketua Program Studi D-III Teknik Perkapalan, Politeknik Negeri Bengkalis.
4. Bapak Muhammad Helmi, S.T., M.T. dan bapak Jupri, M.T selaku dosen pembimbing I dan dosen pembimbing II saya dalam penyelesaian tugas akhir ini.
5. Kedua orang tua saya Bapak Ismail dan ibu Siti Hawa terima kasih atas doa dan dukungan serta kasih sayang nya.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan Atas perhatian dan waktunya penulis ucapkan sekian dan terimakasih.

Bengkalis, 07 Agustus 2026

MUHAMMAD ZAKUAN
NIM.1103230034

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iv
ABSTRAK.....	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR SIMBOL	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Desain Spiral	6
2.2 Kapal Penyelamat	7
2.3 Kriteria Desain Kapal Penyelamat.....	8
2.4 Performa Kapal Penyelamat	9
2.5 Penentuan Ukuran Utama Kapal.....	9
2.5.1 Panjang Kapal (L).....	10
2.5.2 Lebar Kapal (B)	10
2.5.3 Tinggi Kapal (H).....	10
2.5.4 Sarat Kapal (T)	10
2.7 Rencana Umum (<i>General Arrangement</i>).....	14
2.8 Hidrostatik Kapal.....	14
2.9 Stabilitas Kapal.....	14
2.10 Tinggi <i>Metasentrum</i> (GM)	15
2.11 <i>GZ (Righting Arm)</i>	15

2.12	Kriteria Stabilitas IMO A.749(18).....	16
2.13	Parameter Perancangan Kapal.....	16
2.14	Material <i>Plywood</i>	16
2.15	Material <i>Fiberglass</i>	17
2.16	Kombinasi <i>Plywood</i> dan <i>Fiberglass</i>	18
2.17	Kriteria Fasilitas Evakuasi	18
2.13	Referensi Bentuk Kapal	20
2.14	Data Pemanding	21
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		23
3.1	Tahapan Penelitian.....	23
3.2	Identifikasi Masalah	23
3.3	Studi Literatur	23
3.4	Pengumpulan Data	23
3.5	Penentuan Ukuran Utama Kapal	24
3.6	Desain Dan Penggambaran RU&RG	24
3.7	Pembuatan Produk Kapal	24
3.8	Metode Pembuatan Kapal.....	24
3.9	Diagram Alir (<i>Flowchat</i>).....	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		27
4.1	Penentuan Ukuran Utama Kapal	27
4.2	Perencanaan <i>Lines Plan</i>	29
4.2.1	Tahap-Tahap Membuat Model di <i>Maxsurf</i>	29
4.3	Tabel Hidrostatik	38
4.4	Gambar Rencana umum	39
4.6	Stabilitas	44
4.6.1	<i>Loadcase 1</i> Tangki Bahan Bakar Penuh (<i>Fuel load</i>)	45
4.6.2	<i>Loadcase 2</i> Kapal Tanpa Muatan	48
4.6.3	<i>Loadcase</i> Kapal Dengan Kapasitas Bahan Bakar 50%	52
4.6.4	<i>Loadcase 4</i> Muatan Setengah (<i>Half Load</i>)	56
4.6.5	<i>Loadcase 5</i> Kapal Dengan Muatan Setengah Bahan bakar 20%	60
4.7	Proses Pembuatan kapal	64
4.7.1	Alat dan Bahan Yang digunakan	64
4.7.2	Pembacaan Gambar Kerja.....	66
4.7.3	<i>Marking</i> dan <i>Cutting</i>	67

4.7.4	Perakitan.....	68
4.7.5	Laminasi.....	69
4.7.6	<i>Painting</i>	70
4.7.7	<i>Finishing</i>	72
BAB V PENUTUP		75
5.1	Kesimpulan.....	75
5.2	Saran	76
DAFTAR PUSTAKA		78
LAMPIRAN.....		80

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Ukuran Utama Kapal.....	28
Tabel 4.2	Hidrostatik	38
Tabel 4.3	Analisis Stabilitas.....	45
Tabel 4.4	<i>Heel To Starboard Deg</i>	47
Tabel 4.5	Hasil Analisis	47
Tabel 4.6	Analisis Stabilitas.....	48
Tabel 4.7	<i>Heel To Starboard</i>	50
Tabel 4.8	Hasil Analisis Stabilitas	52
Tabel 4.9	Analisis Stabilitas.....	52
Tabel 4.10	<i>Heel To Starboard Deg</i>	54
Tabel 4.11	Hasil Analisis Stabilitas	55
Tabel 4.12	Analisis Stabilitas.....	56
Tabel 4.13	<i>Heel To Starboard Deg</i>	58
Tabel 4.14	Hasil Analisis Stabilitas	59
Tabel 4.15	Analisis Stabilitas.....	60
Tabel 4.16	<i>Heel To Starboard Deg</i>	62
Tabel 4.17	Hasil Analisis Stabilitas	63
Tabel 4.18	Bahan.....	64
Tabel 4.19	Alat.....	65
Tabel 4.20	Dimensi Utama Kapal	73
Tabel 4.21	Dimensi Utama Kapal Sebelumnya	74

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	<i>Life Jacket</i>	25
Gambar 2.2	<i>Life Buoy</i>	26
Gambar 2.3	<i>First Aid Kit</i>	26
Gambar 4.1	Dokumentasi Hasil Analisis Data Pembanding.....	28
Gambar 4.2	Dokumentasi Wawancara Kepada Petugas	28
Gambar 4.3	<i>Hull Surface Model</i>	30
Gambar 4.4	<i>Body Plan</i>	30
Gambar 4.5	<i>Sheer Plan</i>	31
Gambar 4.6	<i>Half Breadth Plan</i>	31
Gambar 4.7	<i>Deck Perspektif View</i>	31
Gambar 4.8	<i>Isometric Perspective View</i>	31
Gambar 4.9	<i>Interior Hull Perspective View</i>	32
Gambar 4.10	<i>Body Plan</i>	35
Gambar 4.11	<i>Half Breadth Plan</i>	36
Gambar 4.12	<i>Buttock Plan</i>	37
Gambar 4.13	<i>Lines Plan</i>	38
Gambar 4.14	Tampak Samping (Side View)	41
Gambar 4.15	Tampak Atas (<i>Plan View</i>)	42
Gambar 4.16	<i>Front View</i> (Tampak Depan).....	42
Gambar 4.17	<i>Aft View</i> (Tampak Belakang).....	43
Gambar 4.18	Rencana Umum	43
Gambar 4.19	<i>Grafik Righting Lever (GZ)</i>	46
Gambar 4.20	<i>Grafik Righting Lever (GZ)</i>	50
Gambar 4.21	<i>Grafik Righting Lever (GZ)</i>	53
Gambar 4.22	<i>Grafik Righting Lever (GZ)</i>	57
Gambar 4.23	<i>Grafik Righting Lever (GZ)</i>	61
Gambar 4.24	<i>Nesting</i>	67
Gambar 4.25	<i>Marking Dan Cutting</i>	68
Gambar 4.26	Proses Perakitan.....	69
Gambar 4.27	Proses Laminasi Luar dan dalam.....	70

Gambar 4.28	<i>Painting</i> Atau Pengecatan	71
Gambar 4.29	Pengujian	72
Gambar 4.30	Pengukuran Dimensi Kapal Peneliti.....	73
Gambar 4.31	Pengukuran perbandingan kapal.....	74

DAFTAR SIMBOL

Δ	= <i>Displacement</i>
∇	= <i>Volume Displacement</i>
	= <i>Prismatic Coefficient</i>
A	= Luas penampang samping lambung kapal,
a	= Tinggi <i>freeboard</i>
AP	= <i>After perpendicular</i>
B	= Titik tekan keatas / <i>Centre of buoyancy</i>
BHP	= <i>Break horse power</i>
BM	= <i>Moulded breadth</i>
Cb	= <i>Block Coefficient</i>
Cm	= <i>Midship Coefficient</i>
Cp	= <i>Coefficient Prismatic</i>
Cv	= <i>Coefficient kecepatan</i>
Cwl	= <i>Coefficient of Water Line</i>
Cwp	= <i>Waterpl. area coeff.</i>
LCB	= <i>Longitudinal Center of Bouyancy</i>
LCF	= <i>Longitudinal Center of Floatation</i>
KB	= <i>Keel to Center of Bouyancy</i>
MSA	= <i>Midship of Section Area</i>
TPC	= <i>Ton Per Centimeter Immersion</i>
WPA	= <i>Water Plan Area</i>

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pantai Wisata Selat Baru merupakan salah satu objek wisata bahari yang berada di Kabupaten Bengkalis dan banyak dikunjungi masyarakat, terutama pada akhir pekan dan musim liburan. Aktivitas pengunjung di kawasan pantai cukup beragam, seperti berenang, bermain di sekitar pantai, dan melakukan aktivitas lainnya di perairan. Tingginya aktivitas masyarakat di kawasan perairan tersebut perlu diimbangi dengan ketersediaan sarana keselamatan yang memadai karena kondisi perairan pantai dapat mengalami perubahan akibat arus, gelombang, dan kondisi cuaca

Kondisi perairan yang dinamis dapat meningkatkan risiko terjadinya kecelakaan, khususnya bagi pengunjung yang melakukan aktivitas di laut. Beberapa kondisi yang dapat terjadi antara lain pengunjung terseret arus, terbawa gelombang, mengalami kelelahan ketika berenang, maupun berada pada wilayah perairan yang lebih dalam. Apabila kondisi tersebut tidak segera mendapatkan pertolongan, proses evakuasi dapat menjadi lebih sulit dan berpotensi meningkatkan risiko cedera maupun korban jiwa

Kejadian kecelakaan pernah terjadi di Perairan Selat Baru dan menjadi perhatian serius bagi masyarakat sekitar. Salah satu peristiwa yang terjadi adalah hilangnya seorang nelayan yang menelayan diperaiaan pantai selat baru yang bernama Vena (60) pada Jumat, 8 Desember 2023. Setelah dilakukan pencarian, korban ditemukan dalam keadaan meninggal dunia pada Sabtu, 9 Desember 2023, terdampar di Pantai Jangkang. Kejadian ini menunjukkan bahwa perairan Selat Baru memiliki tingkat risiko yang tinggi dan memerlukan kesiap siagaan serta sarana penyelamatan yang memadai.

Permasalahan keselamatan tersebut menjadi semakin penting karena ketersediaan sarana penyelamatan di Pantai Wisata Selat Baru masih terbatas. Berdasarkan hasil survei lapangan melalui observasi dan wawancara dengan petugas Pantai Wisata Selat Baru, diperoleh informasi bahwa kapal

penyelamat (*rescue boat*) sudah tidak tersedia dan tidak dalam kondisi siaga sejak tahun 2019. Sampai dengan pelaksanaan penelitian, belum tersedia kapal pengganti yang dapat digunakan petugas pantai untuk melakukan pertolongan secara cepat ketika terjadi kecelakaan di perairan.

Tidak tersedianya kapal penyelamat tersebut menyebabkan petugas pantai memiliki keterbatasan dalam melaksanakan kegiatan pencarian dan pertolongan atau Search and Rescue (SAR). Petugas lebih banyak melakukan pemantauan dari darat sehingga jangkauan pertolongan menjadi terbatas, terutama ketika korban berada cukup jauh dari garis pantai atau berada pada wilayah yang memiliki arus lebih kuat. Kondisi tersebut dapat menyebabkan waktu tanggap pertolongan menjadi lebih lama. Dalam situasi kecelakaan di laut, keterlambatan dalam menjangkau korban dapat meningkatkan tingkat risiko dan memperbesar kemungkinan terjadinya kondisi yang lebih serius.

Permasalahan tersebut menunjukkan bahwa kebutuhan terhadap kapal penyelamat yang dapat digunakan dan selalu siap dioperasikan merupakan salah satu kebutuhan penting dalam mendukung keselamatan pengunjung Pantai Wisata Selat Baru. Kapal penyelamat tidak hanya berfungsi sebagai alat transportasi di perairan, tetapi juga harus mampu digunakan untuk menjangkau korban, melakukan proses evakuasi, serta mendukung petugas dalam melaksanakan kegiatan penyelamatan secara cepat dan aman.

Oleh karena itu, diperlukan suatu rancangan kapal penyelamat yang disesuaikan dengan kondisi perairan, kebutuhan operasional, dan kemampuan petugas Pantai Wisata Selat Baru. Berdasarkan hasil observasi dan wawancara dengan petugas pantai, diperlukan kapal penyelamat skala kecil yang dapat digunakan untuk kegiatan penyelamatan di sekitar kawasan pantai. Hasil wawancara tersebut kemudian menjadi salah satu dasar dalam menentukan ukuran utama dan karakteristik kapal yang akan dirancang.

Dalam penelitian ini, kapal penyelamat dirancang menggunakan kombinasi *plywood* dan *fiberglass*. Pemilihan material tersebut mempertimbangkan kebutuhan kapal skala kecil serta karakteristik material

yang dapat digunakan pada lingkungan perairan. Fiberglass memiliki sifat kuat, relatif ringan, tahan terhadap korosi, dan membutuhkan perawatan yang relatif sederhana. Kombinasi *plywood* dan *fiberglass* juga dapat digunakan untuk menghasilkan lambung yang sesuai dengan bentuk kapal yang direncanakan.

Selain aspek material, stabilitas merupakan salah satu aspek penting dalam perancangan kapal penyelamat. Kapal akan digunakan untuk membawa petugas, peralatan keselamatan, dan korban yang dievakuasi. Pada saat proses penyelamatan, perpindahan orang dan perubahan posisi beban dapat menyebabkan perubahan distribusi berat kapal sehingga berpengaruh terhadap kondisi stabilitas. Oleh karena itu, kapal penyelamat harus memiliki stabilitas yang memadai agar dapat tetap berada dalam kondisi aman ketika melakukan operasi penyelamatan.

Bentuk lambung juga menjadi salah satu pertimbangan dalam perancangan. Kapal penelitian ini menggunakan konsep lambung datar (flat bottom hull) karena karakteristiknya sesuai untuk kapal skala kecil yang beroperasi pada perairan pantai dengan sarat relatif dangkal. Bentuk tersebut juga dapat memberikan stabilitas awal yang baik dan mendukung proses naik-turun korban ketika kegiatan penyelamatan dilakukan.

Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan rancangan dan kapal penyelamat yang sesuai dengan kebutuhan operasional Pantai Wisata Selat Baru, sehingga dapat menjadi salah satu alternatif sarana untuk meningkatkan kesiapsiagaan petugas dalam menghadapi kecelakaan di perairan serta mendukung proses pencarian dan pertolongan terhadap korban.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana menentukan ukuran utama kapal penyelamat berbahan plywood dan fiberglass yang sesuai untuk operasi penyelamatan di pantai Selat Baru?

2. Bagaimana perencanaan desain TRG dan TRU kapal penyelamat skala kecil?
3. Bagaimana menentukan stabilitas kapal penyelamat ?
4. Bagaimana proses pembuatan kapal penyelamat berbahan *Plywood* fiberglass menggunakan metode *hand lay up* ?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Metode fabrikasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *hand lay-up*.
2. Material kapal dibatasi pada *plywood* dan *fiberglass* .
3. Pembahasan difokuskan pada proses frabrikasi dan desain kapal penyelamat berbahan *plywood* dan *fiberglass* sebagai sarana penyelamatan

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Mendapatkan ukuran utama kapal penyelamat berbahan *plywood* fiberglass yang sesuai untuk digunakan di Pantai Selat Baru.
2. Mendapatkan perencanaan desain TRG dan TRU Kapal penyelamat skala kecil.
3. Mendapatkan stabilitas kapal penyelamat agar memenuhi kreteria keselamatan pelayaran
4. Mendapatkan proses pembuatan kapal penyelamat berbahan *plywood* dan *fiberglass* menggunakan metode *hand lay-up*.

1.5 Manfaat Penelitian

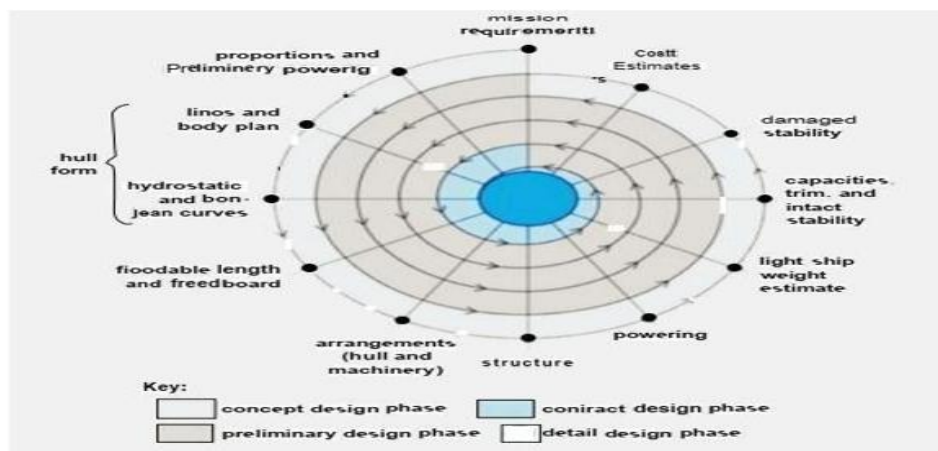
1. Mendukung penyediaan sarana penyelamatan yang aman melalui perencanaan fabrikasi kapal berbahan *plywood* dan *fiberglass*.
2. Membantu meningkatkan fasilitas keselamatan di kawasan wisata pantai melalui penyediaan desain kapal penyelamat yang lebih efektif, stabil, dan mudah dioperasikan.
3. Menjadi pedoman bagi pengelola pantai, BPBD, atau tim SAR lokal dalam memilih spesifikasi kapal penyelamat yang sesuai dengan kondisi perairan Pantai Selat Baru.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Desain Spiral

Desain spiral merupakan konsep perancangan kapal yang menggambarkan proses desain sebagai suatu proses yang dilakukan secara bertahap dan berulang. Setiap tahapan desain saling berhubungan sehingga perubahan pada satu bagian dapat memengaruhi bagian lainnya. Konsep ini digunakan agar rancangan kapal dapat dikembangkan secara bertahap sampai diperoleh desain yang sesuai dengan kebutuhan dan persyaratan yang telah ditentukan (Evans, 1959).



Desain spiral pada dasarnya terdiri dari beberapa tingkatan, yaitu *concept design*, *preliminary design*, *contract design*, dan *detail design*. Setiap tingkatan memiliki tingkat ketelitian yang berbeda.

A. *Concept Design*

Concept design merupakan tahap awal dalam perancangan kapal yang bertujuan menentukan konsep dasar kapal sesuai dengan kebutuhan atau misi operasionalnya. Pada tahap ini ditentukan gambaran umum kapal, seperti fungsi kapal, kebutuhan kapasitas, ukuran awal, bentuk kapal, dan karakteristik utama lainnya.

B. *Preliminary Design*

Preliminary design merupakan pengembangan lebih lanjut dari konsep awal. Pada tahap ini rancangan mulai dilengkapi dengan perhitungan yang lebih terperinci, seperti perkiraan berat kapal, titik berat, sarat, stabilitas, dan karakteristik utama kapal (Evans, 1959).

C. *Contract Design*

Contract design merupakan tahap pengembangan desain yang menghasilkan rancangan yang lebih lengkap dan dapat digunakan sebagai dasar untuk memperkirakan kebutuhan pembangunan kapal serta biaya pembuatannya.

D. *Detail Design*

Detail design adalah tahap terakhir dari proses mendesain kapal. Pada tahap ini hasil dari tahapan sebelumnya dikembangkan menjadi gambar kerja yang detail. pada tahap detail mencakup semua rancangan dan perhitungan yang diperlukan untuk proses k dan oprasional kapal.

2.2 Kapal Penyelamat

Kapal penyelamat merupakan sarana yang digunakan untuk membantu kegiatan pencarian, pertolongan, dan evakuasi korban di perairan. Dalam perancangannya, kapal harus mempertimbangkan aspek keselamatan, kemampuan operasional, serta kemudahan dalam melakukan pertolongan terhadap korban. Oleh karena itu, perancangan kapal penyelamat pada penelitian ini menggunakan standar keselamatan internasional sebagai acuan pembanding, yaitu SOLAS (*Safety of Life at Sea*) dan *International Life-Saving Appliance (LSA) Code*, serta regulasi nasional dari Badan Nasional Pencarian dan Pertolongan (Basarnas).

SOLAS Chapter III mengatur mengenai *Life-Saving Appliances and Arrangements*, sedangkan *LSA Code* memberikan persyaratan teknis mengenai perlengkapan keselamatan jiwa, termasuk *rescue boat*.

Di Indonesia, aspek sarana pencarian dan pertolongan juga mengacu pada Peraturan Badan Nasional Pencarian dan Pertolongan Nomor 3 Tahun 2023 tentang Standar Teknis Sarana Penyelenggaraan Pencarian dan Pertolongan di Lingkungan Badan Nasional Pencarian dan Pertolongan.

2.3 Kriteria Desain Kapal Penyelamat

Desain kapal penyelamat harus disesuaikan dengan fungsi utama kapal, yaitu mendekati lokasi korban, melakukan pertolongan, dan membawa korban menuju tempat yang aman. Untuk *rescue boat* yang termasuk dalam ketentuan tersebut, panjang kapal ditetapkan tidak kurang dari 3,8 m dan tidak lebih dari 0,15 m, dengan kapasitas yang ditentukan berdasarkan ketentuan LSA Code.

Kapal yang dirancang dalam penelitian ini mempunyai panjang 4 m, lebar 2 m, tinggi 0,45 m, dan sarat 0,15 m. Dengan panjang 4 m, ukuran kapal berada dalam rentang panjang *rescue boat* yang ditentukan dalam LSA Code. Namun, kesesuaian terhadap SOLAS/LSA Code secara keseluruhan tidak hanya ditentukan oleh ukuran, tetapi juga harus mempertimbangkan, peralatan, performa, pengujian, dan persetujuan dari pihak berwenang.

Selain mengacu pada SOLAS dan LSA Code, desain kapal juga memperhatikan regulasi Badan Nasional Pencarian dan Pertolongan. Peraturan Badan Nasional Pencarian dan Pertolongan Nomor 3 Tahun 2023 mengatur standar teknis sarana pencarian dan pertolongan berdasarkan jenis dan kelas sarana. Dalam penelitian ini, regulasi tersebut digunakan sebagai acuan pembandingan dalam menentukan karakteristik kapal sebagai sarana pendukung kegiatan pencarian dan pertolongan.

Bentuk lambung, ukuran utama, tata letak peralatan, posisi mesin, tangki bahan bakar, tempat duduk, serta ruang penyimpanan perlengkapan keselamatan harus disusun agar tidak mengganggu kegiatan pertolongan dan tetap mempertahankan kondisi kapal yang aman.

2.4 Performa Kapal Penyelamat

Performa kapal penyelamat berkaitan dengan kemampuan kapal untuk bergerak, melakukan manuver, mendekati korban, serta membawa korban menuju tempat yang aman. Kemampuan manuver menjadi penting karena kapal harus dapat mendekati korban dari posisi yang aman tanpa membahayakan korban maupun awak kapal.

Berdasarkan LSA Code, *rescue boat* harus mempunyai kemampuan manuver yang memadai untuk mengambil orang dari air. Ketentuan tersebut juga menetapkan kemampuan kecepatan sekurang-kurangnya 6 knot dan mampu mempertahankan kecepatan tersebut selama sekurang-kurangnya 4 jam pada kondisi pembebanan yang dipersyaratkan. *Rescue boat* juga harus mempunyai kemampuan untuk menarik (*towing*) sarana keselamatan tertentu sesuai ketentuan.

Sementara itu, Peraturan Badan Nasional Pencarian dan Pertolongan Nomor 3 Tahun 2023 menetapkan karakteristik performa untuk jenis sarana pencarian dan pertolongan tertentu. Persyaratan performa tersebut meliputi kemampuan kecepatan, daya jelajah, dan kemampuan beroperasi pada kondisi perairan tertentu.

Dalam penelitian ini, kriteria performa digunakan sebagai acuan untuk melihat kemampuan kapal dalam mendukung kegiatan penyelamatan di kawasan Pantai Wisata Selat Baru. Performa kapal dipengaruhi oleh ukuran utama, bentuk lambung, displacement, mesin penggerak, serta kondisi pembebanan. Oleh karena itu, kemampuan aktual kapal perlu disesuaikan dengan tujuan dan daerah operasi kapal.

2.5 Penentuan Ukuran Utama Kapal

Ukuran utama merupakan dimensi dasar yang digunakan untuk menggambarkan ukuran dan bentuk umum kapal. Ukuran utama mempunyai pengaruh terhadap kapasitas, daya apung, stabilitas, sarat, serta karakteristik hidrostatis kapal (Taggart, 1980).

Ukuran utama yang digunakan dalam perancangan kapal meliputi panjang kapal (L), lebar kapal (B), tinggi kapal (H), dan sarat kapal (T).

2.5.1 Panjang Kapal (L)

Panjang kapal merupakan ukuran pada arah memanjang kapal. Panjang berpengaruh terhadap bentuk lambung, volume kapal, dan karakteristik hidrostatis. Semakin besar panjang kapal dengan ukuran lainnya tetap, maka volume dan kapasitas kapal pada umumnya dapat meningkat.

2.5.2 Lebar Kapal (B)

Lebar kapal merupakan ukuran maksimum pada arah melintang antara sisi kiri dan kanan kapal. Lebar berpengaruh terhadap kapasitas ruang dan stabilitas kapal. Lebar yang lebih besar dapat memberikan bidang apung yang lebih besar sehingga dapat meningkatkan stabilitas awal kapal pada kondisi tertentu.

2.5.3 Tinggi Kapal (H)

Tinggi kapal merupakan jarak vertikal dari garis dasar kapal sampai bagian atas geladak. Tinggi kapal berhubungan dengan volume ruang, tinggi lambung, dan kemampuan kapal menyediakan ruang bebas dari permukaan air.

2.5.4 Sarat Kapal (T)

Sarat merupakan jarak vertikal dari garis dasar kapal sampai garis air. Sarat menunjukkan kedalaman kapal yang berada di bawah permukaan air. Sarat harus disesuaikan dengan kondisi perairan agar kapal tidak mudah menyentuh dasar perairan.

Pada penelitian ini diperoleh ukuran utama kapal yaitu :

1. LOA 4 M
2. B 2 M
3. H 0.45 M
4. T 0.15 M

2.6 Perancangan *Lines Plan*

Lines Plan kapal adalah gambar rencana garis dari bentuk sebuah kapal. Dengan gambar *lines plan* ini kita dapat mengetahui bentuk kapal yang

direncanakan. *Lines plan* atau rencana garis merupakan langkah selanjutnya dalam proses merancang suatu kapal dengan berdasar pada data kapal yang diperoleh dari perancangan.

Adapun tujuan dari pembuatan *lines plan* atau rencana garis adalah untuk mengetahui bentuk badan kapal terutama yang berada dibawah garis air.

Selain rencana garis pada bagian ini juga digambarkan tujuannya untuk mengetahui bentuk badan kapal yakni karakteristik dari badan kapal terutama yang berada dibawah garis air, dimana penggambaran ini dilakukan atas dasar garis air yang telah dibuat.

Yang lebih penting dari gambar *lines plan* ini adalah besarnya hambatan yang sangat bergantung pada bentuk lambung kapal. dengan hambatan kapal yang kecil maka mesin kapal yang dibutuhkan juga akan semakin kecil, hal ini sangat sensitif dengan harga mesin yang akan dibeli serta biaya operasi selama kapal berlayar.

Rencana garis menggambarkan bentuk kapal secara grafik. gambar ini merupakan penampang dari potongan kapal yang terdiri dari bagian potongan arah mendatar memanjang, potongan tegak arah memanjang dan potongan arah melintang yang tegak. penggambaran rencana garis (*lines plan* kapal) dibuat dalam dua dimensi sehingga untuk memperhatikan semua bentuk dari badan kapal secara tiga dimensi, maka pada penggambaran dibagi atas tiga bagian yaitu :

1. Perencanaan setengah kapal (*Half Breadth Plan*) *Half breadth plan* atau rencana dari setengah lebar bagian yang ditinjau dari kapal, ini diperoleh jika kapal dipotong kearah mendatar sepanjang badan kapal, dan gambar ini akan memperlihatkan bentuk garis air untuk setiap kenaikan dari dasar (terutama kenaikan setiap sarat). bagian ini memperlihatkan bentuk kapal jika dipotong kearah mendatar sepanjang kapal. kurva ini juga merupakan bentuk garis air untuk

setiap kenaikan sarat. Pada bagian ini juga diperlihatkan bentuk deck utama bangunan atas dan pagar dari pelat.

2. Perencanaan kelengkungan (*Sheer Plan*) *Sheer plan* merupakan penampakan bentuk kapal jika kapal dipotong ke arah tegak sepanjang badan kapal. Pada kurva ini diperlihatkan bentuk haluan dan buritan kapal, kenaikan *deck* dan pagar. garis tegak yang memotong kapal dapat diketahui apakah garis air yang direncanakan sudah cukup baik atau tidak. bagian ini memperlihatkan bentuk kapal jika kapal dipotong ke arah tegak sepanjang kapal, pada kurva ini kita dapat melihat bentuk haluan dan buritan, *deck* utama dan *bulkhead*. garis tegak yang memotong kapal ke arah memanjang kapal ini disebut *buttock line*. dari garis tegak ini kita dapat mengetahui apakah garis air yang kita rencanakan sudah cukup baik atau belum baik. karena kalau jalanya garis tegak potongan memanjang ini kurang selaras, ini berarti rencana garis yang kita buat kurang baik pula.
3. Perencanaan garis diagonal (*Body Plan*) *Body plan* merupakan bagian dari rencana garis yang memperlihatkan bentuk kapal jika kapal dipotong tegak melintang. Dari gambar terlihat kelengkungan gading-gading (*station- station*). Kurva ini digambar satu sisi yang biasanya sisi kiri dari kapal tersebut. bagian belakang dari *midship* digambar di sisi kiri dari *centre line*, bagian depan di sebelah kanan.
4. Garis diagonal adalah garis yang ditarik pada salah satu atau beberapa titik yang ada pada garis tengah membentuk sudut dengan garis tengah itu. fungsinya adalah untuk mengetahui kebenaran dari bentuk gading ukur tersebut ke arah diagonal.
5. Garis air (*Water line*), garis air menunjukkan jika suatu kapal diiris-iris secara mendatar, maka terjadi beberapa penampang. luasan-luasan penampang ini yang selanjutnya disebut bidang garis air.

6. Garis dasar (*Base line*), adalah garis air yang paling bawah, atau WL 0. garis dasar ini harus selalu datar karena garis section diambil berdasarkan garis ini.
7. Garis geladak tepi, merupakan garis lengkung dari tepi geladak yang ditarik melalui ujung atas dari balik geladak, makin tinggi pada bagian haluan dan buritan.
8. Garis *Bulwark*, disebut juga garis pagar, berfungsi sebagai pagar agar orang lebih terlindungi ketika sedang melakukan aktivitas diatas kapal.
9. Garis tegak potongan memanjang (*Buttock Line*), garis ini akan terlihat jika kapal diiris tegak memanjang dan penampang yang terjadi tegak lurus *section* dengan arah vertikal.
10. Garis *Center line*, adalah garis yang ditarik pada salah satu atau beberapa titik yang ada pada garis *center line* membuat sudut dengan garis *centre line* itu.
11. Gading Ukur (*Ordinat* atau *Section*), pada umumnya dalam merencanakan panjang kapal dibagi atas 20 bagian atau 10 bagian yang sama. gading ukur atau ordinat ini dinomori dari 0 sampai 20 dari kiri.
12. Rencana gading, kegunaanya adalah untuk merencanakan bentuk garis- garis ukur.
13. *Curve sectional area* (CSA), adalah kurva yang menggambarkan luasan gading- gading untuk masing-masing section. Pada dasarnya section itu adalah sebuah gading semua dari kurva CSA ini dapat dilihat banyaknya gading semu yang bentuk dan luasan yang sama (*Paralel Middle Body*) dan ini terdapat pada bagian tengah yang berbentuk garis lurus. fungsi dari kurva CSA ini selain untuk

mengetahui bentuk dan luasan setiap gading juga untuk menghitung volume rancangan.

2.7 Rencana Umum (*General Arrangement*)

Rencana Umum atau *General Arrangement* merupakan gambar yang menunjukkan susunan dan tata letak bagian-bagian kapal, seperti ruang awak, mesin, tangki bahan bakar, peralatan keselamatan, dan ruang untuk korban (Taggart, 1980).

Rencana umum harus disusun sesuai fungsi kapal sehingga setiap bagian dapat digunakan dengan baik. Pada kapal penyelamat, ruang untuk korban harus cukup mudah diakses, sedangkan peralatan keselamatan harus ditempatkan pada posisi yang mudah dijangkau.

Tata letak juga berhubungan dengan distribusi berat. Penempatan mesin, bahan bakar, dan peralatan lainnya harus diperhatikan agar tidak menyebabkan kapal mengalami trim atau kemiringan yang berlebihan.

2.8 Hidrostatik Kapal

Hidrostatik merupakan karakteristik kapal yang berhubungan dengan kondisi kapal ketika terapung di air. Analisis hidrostatik digunakan untuk mengetahui kemampuan daya apung dan karakteristik bentuk kapal (Taggart, 1980).

Beberapa parameter hidrostatik yang umum digunakan antara lain *displacement*, *volume displacement*, *waterplane area*, *wetted surface area*, *Block Coefficient*, *Prismatic Coefficient*, LCB, LCF, KB, KM, dan GM.

Hasil hidrostatik dapat digunakan sebagai dasar untuk mengetahui apakah bentuk kapal yang dirancang sesuai dengan ukuran utama dan kondisi pembebanan yang ditentukan.

2.9 Stabilitas Kapal

Stabilitas kapal merupakan kemampuan kapal untuk mempertahankan atau kembali ke posisi tegak setelah mengalami kemiringan akibat gaya dari luar maupun perubahan distribusi beban. Stabilitas merupakan salah satu aspek utama dalam keselamatan kapal.

Pada kapal penyelamat, stabilitas sangat penting karena kapal dapat mengalami perubahan distribusi beban ketika korban dinaikkan dari air. Pergerakan awak, korban, bahan bakar, dan peralatan juga dapat memengaruhi kondisi stabilitas kapal.

Secara umum, stabilitas kapal dibedakan menjadi stabilitas awal dan stabilitas pada sudut kemiringan yang lebih besar. Stabilitas awal biasanya dikaitkan dengan nilai GM, sedangkan stabilitas pada sudut yang lebih besar dapat dianalisis melalui kurva GZ (IMO, 2008).

2.10 Tinggi Metasentrum (GM)

Tinggi metasentrum atau GM merupakan jarak antara titik berat kapal (G) dan titik metasentrum (M). GM merupakan salah satu parameter penting untuk mengetahui stabilitas awal kapal.

Apabila nilai GM positif, kapal mempunyai kecenderungan untuk kembali ke posisi semula setelah mengalami kemiringan kecil. Nilai GM yang terlalu kecil menunjukkan stabilitas awal yang rendah, sedangkan nilai GM yang terlalu besar dapat menyebabkan gerakan oleng kapal menjadi lebih cepat.

Dalam penelitian ini, nilai Initial GM digunakan sebagai salah satu parameter dalam mengevaluasi stabilitas kapal berdasarkan kriteria yang digunakan.

2.11 GZ (*Righting Arm*)

GZ atau *righting arm* merupakan lengan penegak yang terbentuk ketika kapal mengalami kemiringan. Lengan ini menghasilkan momen pengembali yang berusaha mengembalikan kapal ke posisi tegak.

Nilai GZ berubah sesuai dengan sudut kemiringan kapal. Pada sudut tertentu nilai GZ akan mencapai nilai maksimum, kemudian dapat berkurang ketika sudut kemiringan semakin besar.

GZ sangat penting dalam analisis kapal penyelamat karena menunjukkan kemampuan kapal dalam mempertahankan kondisi stabil ketika mengalami kemiringan akibat gelombang, angin, atau perpindahan beban (IMO, 2008).

2.12 Kriteria Stabilitas IMO A.749(18)

IMO A.749(18) merupakan salah satu acuan yang digunakan untuk menilai stabilitas kapal. Kriteria stabilitas digunakan untuk memastikan bahwa kapal mempunyai kemampuan yang cukup untuk kembali ke posisi yang aman setelah mengalami kemiringan.

Parameter yang digunakan dalam evaluasi antara lain luas di bawah kurva GZ, nilai GZ, sudut terjadinya GZ maksimum, dan Initial GM.

Dalam penelitian ini digunakan kriteria bahwa nilai GZ pada sudut 30° atau lebih tidak boleh kurang dari 0,20 m, sudut GZ maksimum tidak boleh kurang dari 25° , dan Initial GM tidak boleh kurang dari 0,15 m.

Hasil analisis pada laporan menunjukkan bahwa nilai Initial GMt sebesar 2,171 m dan nilai GZ maksimum sekitar 0,518–0,519 m. Nilai tersebut kemudian dibandingkan dengan kriteria stabilitas yang digunakan dalam penelitian.

2.13 Parameter Perancangan Kapal

Desain atau perancangan bertujuan untuk membuat gambar kapal menggunakan *software* yang telah dipilih sebagai acuan untuk ke tahapan selanjutnya. Setelah gambar dibuat menggunakan *software maxsurf* dan *AutoCAD* dan dilanjutkan proses pembuatan produk.

2.14 Material Plywood

Plywood atau kayu lapis merupakan material berbentuk lembaran yang dibuat dari beberapa lapisan venir kayu yang disusun secara bersilangan dan direkatkan menggunakan bahan perekat di bawah tekanan dan temperatur tertentu. Penyusunan lapisan secara bersilangan bertujuan untuk meningkatkan kestabilan dimensi serta kekuatan mekanik *plywood* dibandingkan dengan kayu solid pada arah tertentu. Plywood memiliki beberapa sifat penting, antara lain kekuatan lentur, modulus elastisitas, densitas, kadar air, dan kekuatan rekat antar lapisan (Supriadi et al., 2020).

Plywood memiliki beberapa kelebihan untuk kapal kecil, antara lain relatif ringan, mudah dipotong, mudah dirakit, dan dapat dibentuk sesuai kebutuhan .

Namun, *plywood* memiliki kelemahan terhadap air dan kelembapan. Oleh sebab itu, perlindungan terhadap permukaan *plywood* menjadi hal penting ketika material tersebut digunakan.

Pada perancangan kapal penyelamat, penggunaan *plywood* yang dikombinasikan dengan *fiberglass* dapat menjadi alternatif material konstruksi karena mampu memberikan kombinasi antara kekuatan, bobot yang relatif ringan, dan perlindungan terhadap lingkungan perairan. Oleh karena itu, karakteristik *plywood* perlu diperhatikan dalam perancangan, terutama terkait kekuatan mekanik, ketahanan terhadap kelembapan, serta kualitas ikatan antara *plywood*, resin, dan *fiberglass*.

Penggunaan kayu dan *plywood* sebagai material kapal kecil dibahas dalam ISO 12215-3 (ISO, 2002).

2.15 Material *Fiberglass*

Fiberglass atau serat kaca merupakan material penguat yang digunakan dalam pembuatan material komposit. *Fiberglass* biasanya dikombinasikan dengan resin sehingga menghasilkan material *Fiber Reinforced Plastic* (FRP).

Fiberglass memiliki keunggulan berupa bobot yang relatif ringan, tahan terhadap korosi, dan dapat dibentuk mengikuti permukaan lambung kapal. Material ini banyak digunakan pada kapal kecil karena dapat menghasilkan relatif ringan dan tahan terhadap lingkungan perairan.

ISO 12215-1 membahas penggunaan resin *termoset* dan penguat serat kaca pada kapal kecil (ISO, 2000).

2.16 Kombinasi *Plywood* dan *Fiberglass*

Kombinasi *plywood* dan *fiberglass* merupakan penggunaan *plywood* sebagai struktur dasar yang kemudian diperkuat dan dilindungi menggunakan lapisan *fiberglass* dan resin.

Plywood berfungsi memberikan bentuk dan struktur dasar, sedangkan *fiberglass* yang dikombinasikan dengan resin membentuk lapisan komposit pada permukaan. Kombinasi tersebut dapat meningkatkan perlindungan terhadap air dan lingkungan luar serta memberikan tambahan kekuatan pada struktur.

Penggunaan *plywood* dan FRP dalam kapal kecil dibahas dalam standar ISO 12215. Pemilihan material tetap harus mempertimbangkan ukuran kapal, beban, kondisi operasi, dan kebutuhan kekuatan struktur (ISO, 2019).

Pada penelitian ini, kombinasi *plywood* dan *fiberglass* digunakan sebagai material utama dalam pembuatan kapal penyelamat.

2.17 Kriteria Fasilitas Evakuasi

Fasilitas evakuasi merupakan bagian penting pada kapal penyelamat karena berfungsi untuk membantu proses pengambilan, pengamanan, dan pemindahan korban dari air ke kapal. Fasilitas tersebut harus mudah dijangkau oleh awak dan tidak menghambat pergerakan selama proses penyelamatan. Berdasarkan prinsip keselamatan SOLAS dan LSA Code, rescue boat harus dilengkapi perlengkapan yang mendukung kegiatan penyelamatan.

Peralatan tersebut meliputi perlengkapan keselamatan pribadi, alat pertolongan, peralatan komunikasi dan navigasi, serta perlengkapan lain sesuai fungsi dan jenis *rescue boat*.

1. Jaket Pelampung (*Life Jacket*)



Gambar 2.1 *life jacket*
Sumber penulis

Jaket pelampung merupakan alat keselamatan utama yang wajib digunakan oleh seluruh awak kapal dan korban yang diselamatkan. *Life jacket* berfungsi menjaga tubuh tetap mengapung di air dan dilengkapi reflektor serta peluit agar mudah terlihat dan terdengar dalam kondisi darurat .

2. Pelampung Cincin (*Lifebuoy*)



Gambar 2.3 *lifebuoy*
Sumber penulis

Pelampung ini digunakan untuk menolong korban yang tenggelam atau jatuh ke laut. Biasanya dilengkapi tali dan lampu darurat agar mudah ditemukan pada malam hari, dan supaya lebih mudah disaat proses penyelamatan .

3. Kotak P3K (*First Aid Kit*)



Gambar 2. 4 *First Aid Kit*
Sumber penulis

Kotak P3K wajib tersedia untuk menangani cedera ringan hingga sedang pada korban maupun awak kapal. Isi umumnya meliputi perban, plester, obat antiseptik, gunting medis, sarung tangan, serta peralatan penanganan luka.

Pada kapal yang dirancang dalam penelitian ini, fasilitas evakuasi disesuaikan dengan ukuran kapal dan fungsi sebagai kapal penyelamat di Pantai Wisata Selat Baru. Ruang dan tata letak kapal dirancang untuk mendukung kegiatan pengambilan korban dan membawa korban setelah berhasil dievakuasi. Penempatan peralatan keselamatan juga perlu diperhatikan agar mudah diambil ketika terjadi keadaan darurat dan tidak mengganggu keseimbangan kapal.

2.18 Referensi Bentuk Kapal



Gambar 2. 5 Referensi Bentuk Kapal Lambung Datar
Sumber Penulis

Referensi bentuk kapal merupakan dasar penting dalam proses perancangan kapal. Dengan memilih bentuk kapal yang tepat sesuai fungsi dan kondisi operasional, kapal dapat beroperasi secara optimal, aman, dan efisien. Oleh karena itu, pemahaman terhadap berbagai bentuk kapal dan karakteristiknya sangat diperlukan dalam dunia teknik perkapalan.

Seperti yang dilihat dari gambar 2. 5, bentuk kapal yang akan peneliti buat yaitu kapal bentuk lambung datar (*flat bottom hull*).

kapal lambung datar merupakan salah satu bentuk lambung kapal yang banyak digunakan pada kapal berukuran kecil hingga menengah, terutama yang beroperasi di perairan pantai, sungai, dan perairan dangkal. Bentuk lambung ini memiliki bagian dasar kapal yang relatif datar, sehingga

memberikan karakteristik khusus yang mendukung operasi di wilayah dengan kedalaman terbatas.

Salah satu keunggulan utama lambung datar adalah tingkat kestabilannya yang baik, terutama saat kapal dalam kondisi diam atau bergerak pelan. Hal ini sangat penting untuk kapal penyelamat karena proses menaikkan dan menurunkan korban membutuhkan kondisi kapal yang stabil agar tidak membahayakan petugas maupun korban seperti terjadinya oleng pada kapal tersebut.

Berdasarkan pertimbangan tersebut, bentuk lambung datar dipilih sebagai referensi dalam perancangan kapal penyelamat karena dinilai mampu memenuhi kebutuhan keselamatan, kemudahan operasi, dan efisiensi dalam kegiatan penyelamatan di Pantai Wisata Selat Baru.

2.19 Data Pemanding

Penentuan ukuran utama kapal dilakukan dengan menggunakan metode data pemanding, yaitu dengan membandingkan kapal rencana dengan beberapa kapal sejenis yang telah dibuat dan dioperasikan sebelumnya. Berdasarkan hasil pengamatan, kapal pemanding menggunakan material PVC, sedangkan kapal yang dirancang dalam penelitian ini menggunakan kombinasi *plywood* dan *fiberglass*. Meskipun terdapat perbedaan material, data kapal pemanding tetap digunakan sebagai acuan karena memiliki fungsi dan karakteristik penggunaan yang sejenis.

Selain data kapal pemanding, penentuan ukuran utama juga didukung oleh hasil wawancara dengan penjaga pantai sebagai pengguna kapal. Berdasarkan hasil wawancara, dibutuhkan kapal penyelamat berukuran kecil yang dapat digunakan untuk mendukung kegiatan penyelamatan di Pantai Wisata Selat Baru. Kapal diharapkan memiliki ukuran yang sesuai dengan kebutuhan operasional, mudah dioperasikan, dan dapat digunakan untuk membawa awak serta korban.

Berdasarkan hasil pengukuran kapal pemanding, diperoleh panjang kapal sekitar 4 meter, lebar sekitar 1,5 meter, tinggi berkisar antara 0,40–0,55 meter, dan sarat berkisar antara 0,15–0,20 meter. Data tersebut kemudian

dibandingkan dengan kebutuhan yang diperoleh dari hasil wawancara untuk menentukan ukuran kapal rencana.

Berdasarkan hasil pengukuran kapal sejenis dan wawancara, ukuran utama kapal rencana ditetapkan dengan panjang 4 meter, lebar 2 meter, tinggi 0,45 meter, dan sarat 0,15 meter. Ukuran tersebut disesuaikan dengan kebutuhan kapal penyelamat skala kecil, kondisi perairan, kemudahan pengoperasian, serta proses pembangunan kapal menggunakan kombinasi *plywood* dan *fiberglass*.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tahapan Penelitian

Metode penelitian harus menjelaskan secara utuh tahapan penelitian yang akan dilaksanakan, luaran, indikator capaian yang terukur disetiap tahapan, teknik pengumpulan data dan analisa data, cara penafsiran, dan penyimpulan hasil penelitian langkah-langkahnya sebagai berikut :

3.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka terdapat beberapa pokok permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini, yang dapat dikemukakan adalah Bagaimana proses pembuatan produk kapal penyelamat berbahan *plywood* dan *fiberglass* sebagai sarana penyelamatan.

3.3 Studi Literatur

Studi literatur merupakan sebuah tahapan yang dimana merupakan tahapan yang merupakan proses pencarian sumber-sumber referensi yang dibutuhkan selama proses perancangan, mulai dari keperluan teknis ataupun keperluan noteknis yang lain sumber referensi yang dapat digunakan berasal dari penelitian yang sebelumnya sudah ada. pada tahap ini dapat menjawab semua permasalahan dan kendala yang akan dialami setelah proses ini. karena studi literatur ini menjadi acuan bahan untuk mengerjakan perancangan kapal.

3.4 Pengumpulan Data

Data primer merupakan sumber data yang diperoleh secara langsung dari sumber asli atau pihak pertama. pengumpulan data primer meliputi, data-data yang diperoleh dari survei, artikel, jurnal, internet dan lain-lain yang mencakup tentang pembuatan kapal penyelamat ini.

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari data yang telah diteliti dan dikumpulkan yang berkaitan dengan permasalahan penelitian. Pengumpulan data sekunder meliputi, pengamatan, wawancara dan lain-lain

3.5 Penentuan Ukuran Utama Kapal

Penentuan ukuran utama kapal, khususnya panjang dan lebar kapal yang akan dirancang, diperoleh berdasarkan wawancara dengan salah satu penjaga pantai yang membutuhkan kapal penyelamat berskala kecil untuk sarana penyelamatan dipantai wisata . dari wawancara tersebut, diperoleh informasi bahwa diperlukan sebuah kapal untuk salah satu penyelamat , pihak tersebut secara khusus mengajukan permintaan agar perahu tersebut memiliki dimensi yang sesuai dengan kebutuhan yaitu panjang (P) 4 meter, lebar (B) 2 meter, tinggi (H) 0,45 meter, dan sarat (T) 0,15 meter.

3.6 Desain Dan Penggambaran RU&RG

Setelah didapat ukuran utama Kapal selanjutnya dibuat desain menggunakan *Software Maxsurf* dan *autoCAD*

3.7 Pembuatan Produk Kapal

Pembuatan kapal dapat dilanjutkan apabila perhitungan data dan ukuran utama kapal sudah didapatkan dan dilanjutkan penggambaran model menggunakan *software Maxsurf*. Setelah itu pembuatan produk kapal dapat dilakukan sesuai dengan bentuk gambar yang ada dan rangkai satu persatu hingga menjadi sebuah kapal fiber kombinasi.

3.8 Metode Pembuatan Kapal

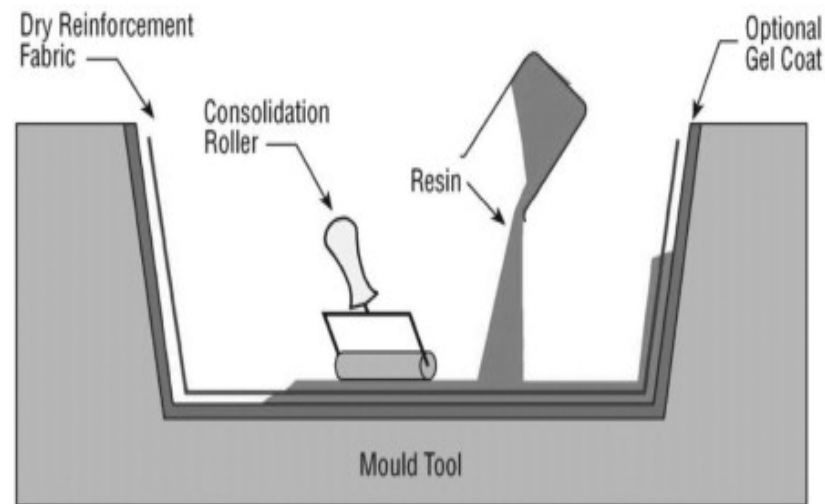
Pada proses pembuatan kapal metode yang digunakan adalah metode *Hand lay-up*. Metode ini merupakan metode pembuatan material komposit dengan menempatkan serat penguat secara manual dan kemudian menggabungkannya dengan resin.

Metode ini termasuk metode yang sederhana dan banyak digunakan pada pembuatan produk berbahan *plywood* dan *fiberglass*.

Keunggulan metode *hand lay-up* adalah prosesnya relatif sederhana, tidak membutuhkan peralatan produksi yang kompleks, dan dapat digunakan untuk menghasilkan bentuk yang mengikuti permukaan lambung.

Kualitas hasil laminasi dipengaruhi oleh kualitas *fiberglass*, resin, kondisi permukaan, susunan lapisan, jumlah resin, serta proses pengerasan. Oleh karena itu, kualitas hasil akhir sangat bergantung pada ketelitian proses pembuatannya.

Pada penelitian ini, metode *hand lay-up* digunakan sebagai metode fabrikasi kapal berbahan kombinasi *plywood* dan *fiberglass*.



Gambar 3 .1 Proses *Hand Lay Up*

Sumber: (Gibson, R. F. (1994)

3.9 Diagram Alir (*Flowchat*)



Gambar 3 2 Diagram alir *flowchat*

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Penentuan Ukuran Utama Kapal

Penentuan ukuran utama (*principal dimensions*) merupakan tahap yang sangat penting dalam proses perancangan kapal penyelamat. Ukuran utama kapal akan memengaruhi kemampuan operasional, stabilitas, kecepatan respons, kapasitas angkut personel maupun korban, serta kesesuaian kapal terhadap kondisi perairan tempat kapal beroperasi.

Penentuan ukuran utama kapal penyelamat dilakukan dengan metode perbandingan langsung di Pantai Selat Baru. Data diperoleh melalui pengamatan langsung dan wawancara dengan petugas pantai mengenai kapal yang sesuai untuk digunakan dalam kegiatan penyelamatan di daerah tersebut.

Dari hasil wawancara tersebut bersama staf pengelola pantai (Wulan Sari), diperoleh informasi bahwa diperlukan sebuah kapal untuk salah satu penyelamat. Pihak pantai tersebut secara khusus mengajukan permintaan agar kapal tersebut memiliki dimensi yang sesuai dengan kebutuhan yaitu panjang (P) 4 meter, lebar (B) 2 meter, tinggi (H) 0,45 meter, dan sarat (T) 0,15 meter.

Ukuran tersebut dipilih karena dianggap sesuai dengan kondisi perairan Pantai Selat Baru dan kebutuhan petugas saat melakukan proses penyelamatan. Oleh karena itu, ukuran ini digunakan sebagai acuan dalam proses perancangan kapal penyelamat pada penelitian ini.

Ukuran ini dipilih karena dinilai telah memenuhi kebutuhan sebagai kapal penyelamat skala kecil, memiliki stabilitas yang baik, serta mudah dioperasikan dan diproduksi.

Dalam perancangan kapal penyelamat ini, kriteria desain ditetapkan berdasarkan kondisi lingkungan operasional di Pantai Selat Baru serta kebutuhan misi penyelamatan yang harus dilaksanakan. Ukuran utama kapal ditentukan agar mampu memberikan keseimbangan antara stabilitas,

kecepatan, dan kapasitas angkut, sehingga efektif digunakan untuk evakuasi korban maupun patroli keselamatan di wilayah pantai. Bentuk lambung kapal dirancang menggunakan lambung datar (*flat bottom hull*) karena memiliki stabilitas awal yang baik, sarat air yang relatif dangkal, serta memudahkan kapal beroperasi di perairan pantai yang dangkal dan dekat garis pantai. Karakteristik lambung datar juga mendukung proses naik-turun korban dan mempermudah manuver pada kecepatan rendah saat kegiatan penyelamatan berlangsung. Dengan demikian, kriteria desain yang digunakan berfokus pada optimalisasi stabilitas, kemudahan operasi, dan efektivitas kapal penyelamat agar sesuai dengan karakteristik perairan Pantai Selat Baru serta kebutuhan operasi pencarian dan penyelamatan (*search and rescue*). Dapat dilihat pada Tabel 4.1

Tabel 4. 1 Ukuran Utama Kapal

No	Parameter	Simbol	Nilai (Satuan)
1	Panjang	LOA	4 m
2	Lebar	B	2 m
3	Tinggi	H	0,45 m
4	Sarat	T	0,15 m



Gambar 4. 1 Dokumentasi Hasil Analisis Data Pembanding



Gambar 4. 2 Dokumentasi Wawancara Kepada Petugas
Pantai Wisata Selat Baru

4.2. Perencanaan *Lines Plan*

Setelah di dapat data utama kapal langkah selanjutnya adalah dilakukan permodelan Desain kapal dilakukan menggunakan *software Maxsurf* yang kemudian di *export* ke *software AutoCad*, untuk menghasilkan *Lines Plan*.

4.2.1. Tahap-Tahap Membuat Model di Maxsurf

1. Membuat Project Baru

1. Buka *Maxsurf Modeler*
2. Pilih:
 - *File* → *New Design*
3. Tentukan:
 - Satuan ukuran (meter biasanya)
 - Nama *project*
 - Lokasi penyimpanan file

2. Mengatur Parameter Awal Kapal

Masukkan ukuran utama kapal:

Biasanya dilakukan melalui:

- *Data* → *Dimensions*

3. Membuat *Surface Lambung*

Pada *Maxsurf*, bentuk kapal dibuat menggunakan *surface NURBS*.

Langkah:

1. Pilih:
 - *Surfaces* → *Add Surface*
2. Akan muncul bidang dasar (*surface* kosong)
3. Atur jumlah:
 - *Control Point Longitudinal*

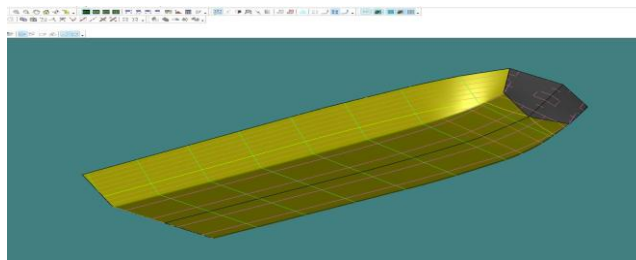
- *Control Point Transverse*

Semakin banyak control point:

- bentuk semakin detail
- tetapi model lebih sulit dikontrol

Untuk awal:

- *Longitudinal* = 5–7
- *Transverse* = 4–5



Gambar 4. 3 *Hull Surface Model*

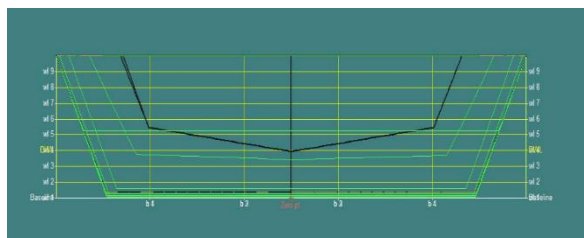
4. Mengatur Tampilan *View*

Gunakan beberapa tampilan agar mudah membentuk hull:

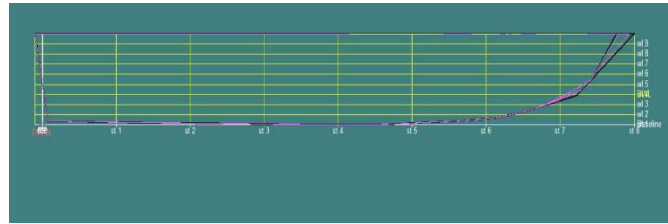
<i>View</i>	Fungsi
<i>Body Plan</i>	Potongan melintang
<i>Profile</i>	Tampak samping
<i>Plan View</i>	Tampak atas
<i>Perspective</i>	Tampilan 3D

Aktifkan melalui:

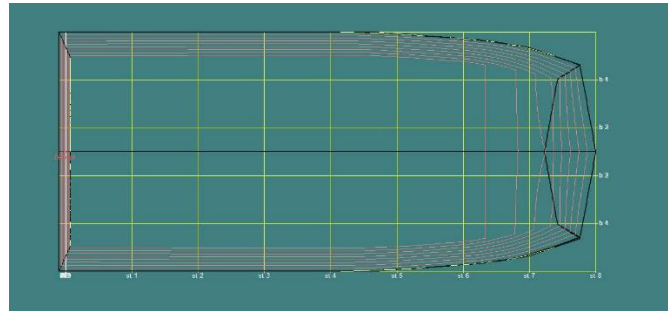
- ***Window* → *Tile***



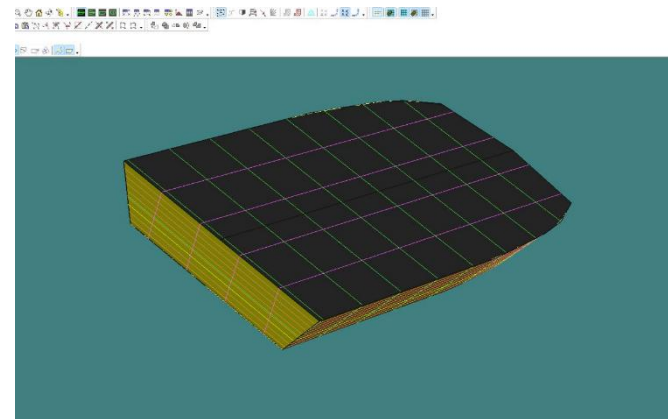
Gambar 4. 4 *Body Plan*



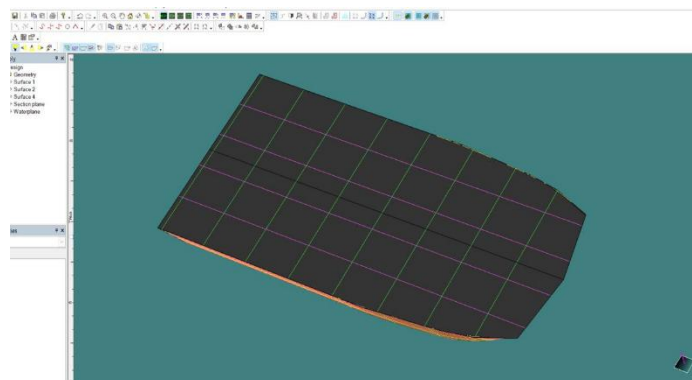
Gambar 4.5 *Sheer Plan*



Gambar 4.6 *Half Breadth Plan*



Gambar 4.7 *Deck Perspektif View*



Gambar 4.8 *Isometric Perspective View*

5. Membentuk Lambung Kapal

Ini tahap utama.

Gunakan:

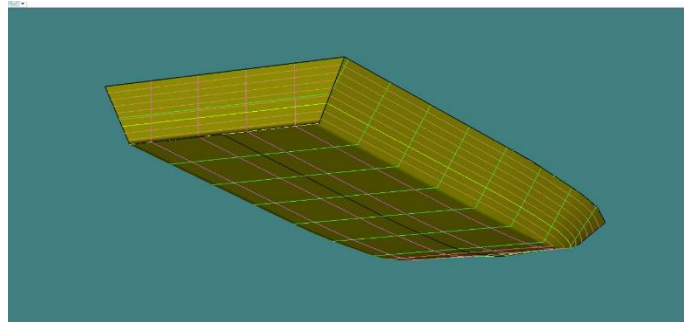
- ***Control Points***

Langkah:

1. Klik *surface*
2. Aktifkan:
 - Control Net
3. Geser titik kontrol:
 - kanan/kiri
 - atas/bawah
 - depan/belakang

Tujuan:

- membentuk sheer
- *chine*
- bentuk haluan
- bentuk buritan



Gambar 4. 9. *Interior Hull Perspective View*

6. Mengatur Simetri

Kapal biasanya simetris.

Aktifkan:

- ***Surface Properties*** → ***Symmetry***

Pilih:

- ***Mirrored***

Sehingga cukup membuat 1 sisi lambung saja.

7. Membuat Bentuk Haluan dan Buritan

Fokus pada:

- kelengkungan haluan
- *transom*
- *dead rise*
- *flare*

Gunakan tampilan:

- *Profile*
- *Body Plan*
- *Perspective*

Agar bentuk tetap fair/smooth.

8. Fairing Hull

Fairing adalah proses menghaluskan bentuk lambung.

Periksa:

- *garis station*
- *buttock line*
- *waterline*

Jika garis patah:

- *geser control point* hingga smooth

Menu:

- ***Display*** → ***Curvature***
- ***Display*** → ***Net***

Tujuan:

- mengurangi *resistance*
- menghasilkan bentuk realistis

9. Membuat Deck

Langkah:

1. Tambah *surface* baru
2. Bentuk permukaan *deck*

3. Sambungkan dengan *sheer line hull*

Gunakan:

- ***Snap***
- ***Align Control Points***

10. Membuat *Transom*

Untuk kapal *fiber* atau *speed boat*:

1. Tambah surface baru
2. Bentuk bidang datar di buritan
3. Hubungkan ke hull utama

11. Mengecek *Hydrostatic*

Setelah *hull* selesai:

Pilih:

- ***Data*** → ***Calculate Hydrostatics***

Hasil:

- *displacement*
- LCB
- KB
- *wetted surface area*
- *block coefficient*

12. Mengecek *Error Surface*

Periksa:

- *surface overlap*
- *control point rusak*
- *surface terbalik*

Gunakan:

- ***Check Model***
- ***Diagnostics***

13. *Export Model*

Format umum:

Format	Fungsi
DXF	<i>AutoCAD</i>
IGES	<i>CAD 3D</i>
STL	<i>CFD / 3D Printing</i>
OBJ	<i>Rendering</i>

Menu:

- *File* → *Export*
-

Gambar rencana garis menunjukkan bentuk lambung kapal dari tiga sudut pandang, yaitu *half breadth plan*, *body plan*, dan *sheer plan*. Desain lambung dibuat sederhana dengan bentuk melengkung halus agar kapal memiliki hambatan air yang rendah dan stabilitas yang baik.

a. *Body Plan*

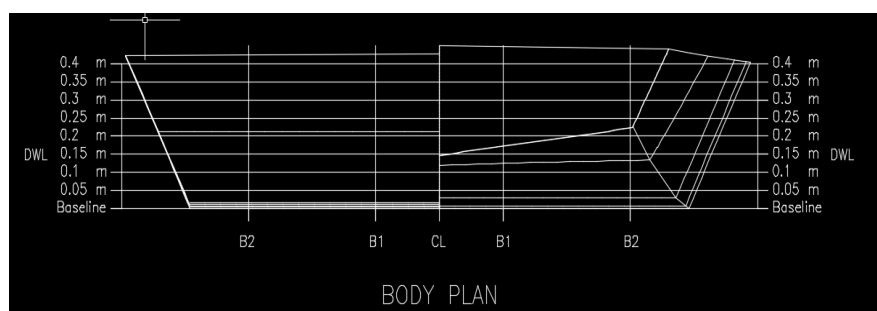
Bagian *body plan* menunjukkan bentuk penampang kapal jika kapal dilihat dari arah depan dan belakang.

Pada gambar terlihat beberapa station, yaitu ST 1, ST 2, ST 3, ST 4, ST 5, ST 6, ST 7, serta CL (*Center Line*).

Fungsinya adalah untuk mengetahui:

- Bentuk penampang lambung pada setiap *station*.
- Lebar kapal pada ketinggian tertentu.
- Bentuk dasar/lantai kapal.
- Bentuk sisi lambung dari bagian bawah sampai bagian atas.
- Perubahan bentuk lambung dari tengah menuju haluan dan buritan.

Untuk kapal penyelamat ini, bentuk lambung dibuat relatif lebar dan sederhana, sehingga dapat memberikan ruang yang cukup serta membantu menghasilkan stabilitas yang baik. Dapat dilihat pada Gambar 4.10



Gambar 4.10 *Body Plan*

f. *half breadth plan*

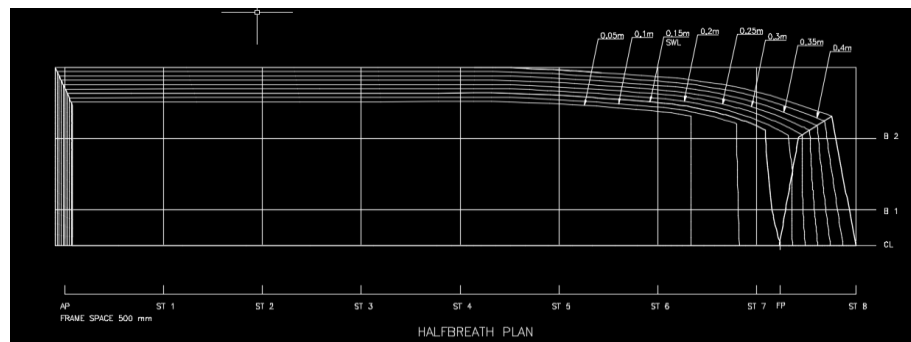
Half Breadth Plan adalah salah satu gambar dalam arsitektur kapal yang memperlihatkan bentuk kapal dari pandangan atas, tetapi hanya separuh dari sisi kapal. Hal ini dilakukan karena bentuk kapal bersifat simetris terhadap

garis tengah, sehingga cukup digambarkan satu sisi saja dan sisi lainnya dianggap sebagai bayangan cermin.

Pada gambar dapat dilihat:

1. Garis CL sebagai garis tengah kapal.
2. Garis *station* dari ST 1 sampai ST 8.
3. Bentuk sisi lambung yang semakin menyempit menuju haluan.
4. Lebar kapal maksimum berada di daerah tengah.
5. Beberapa garis offset menunjukkan perubahan lebar lambung pada berbagai ketinggian.

Bagian haluan dibuat meruncing sehingga bentuk kapal dapat membelah air dengan lebih baik. Dapat dilihat pada Gambar 4.11



Gambar 4 .11 *Half Breadth Plan*

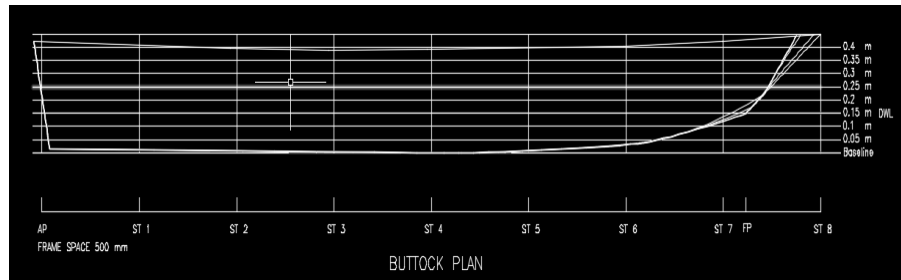
g. Buttock Plan

Buttock Plan merupakan tampak samping kapal yang menunjukkan bentuk lambung berdasarkan beberapa bidang vertikal yang sejajar dengan center line. Pada gambar terdapat frame spacing 500 mm, sehingga jarak antar-*station* utama adalah sekitar 0,5 m.

Dengan panjang kapal 4 m, pembagian station digunakan untuk membantu menentukan perubahan bentuk lambung dari AP (*After Perpendicular*) menuju FP (*Forward Perpendicular*).

Bagian haluan terlihat semakin mengecil dan naik, sedangkan bagian

tengah kapal relatif lurus. Hal ini menunjukkan bahwa bentuk lambung dirancang agar cukup sederhana, namun tetap memiliki bentuk *hidrodinamis*. Dapat dilihat pada Gambar 4.12



Gambar 4.12 Buttock Plan

h. Garis air (*Water Line*)

Pada ketiga tampilan terdapat beberapa garis horizontal dengan ketinggian 0,05 m, 0,10 m, 0,15 m, 0,20 m, 0,25 m, 0,30 m, 0,35 m hingga 0,40 m.

Garis-garis tersebut merupakan waterline/garis air atau garis tinggi yang digunakan untuk menggambarkan perubahan bentuk lambung pada setiap ketinggian.

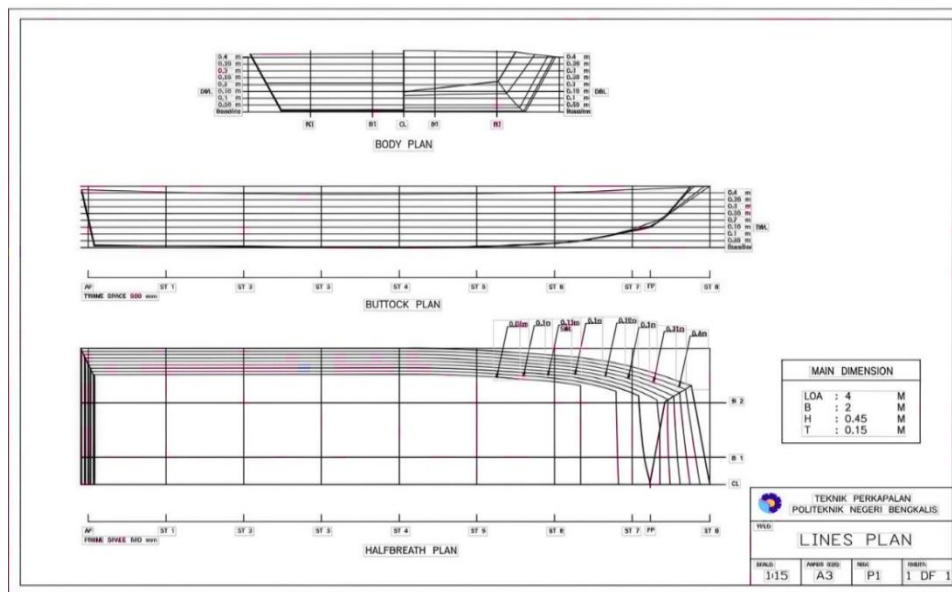
Karena $T = 0,15$ m, maka garis air desain berada pada sekitar 0,15 m dari baseline.

i. *Station Dan Frame*

Pada gambar tertulis *Frame Space* 500 mm. Artinya jarak antar-*frame/station* yang digunakan dalam pembagian gambar adalah sekitar 500 mm.

Pembagian ini penting pada saat pembuatan kapal karena dapat digunakan sebagai acuan untuk:

1. Menentukan posisi *frame*.
2. Membentuk rangka lambung.
3. Menentukan ukuran dan bentuk *plywood* pada setiap bagian.
4. Menentukan posisi sambungan .
5. Membantu proses pemasangan kulit lambung.



Gambar 4.13 *Lines Plan*

Secara keseluruhan, desain pada gambar menunjukkan kapal penyelamat berukuran LOA 4 m, B 2 m, H 0,45 m dan T 0,15 m. Bentuk lambung memiliki bagian tengah yang relatif penuh untuk memberikan ruang dan stabilitas, sedangkan bagian haluan dibuat lebih meruncing untuk membantu mengurangi tahanan saat bergerak di air.

Lines Plan ini berfungsi sebagai acuan utama dalam menentukan bentuk geometris lambung sebelum dibuat secara fisik, terutama dalam menentukan posisi *frame*, bentuk *plywood*, serta ukuran dan bentuk kulit lambung *fiberglass*.

4.3. Tabel Hidrostatik

Tabel *hidrostatik* adalah tabel yang menunjukkan keadaan kapal dibawah garis air untuk tiap kenaikan sarat. Pada penggambaran desain kapal *fiberglass* di *software maxsurf modeler advanced* telah didapat data hidrostatik kapal. Untuk lebih jelas lihat Tabel 4.2

Tabel 4. 2 *Hidrostatik*

No	Measurement	Value	Units
1	Displacement	0,7624	t
2	Volume (displaced)	74381092	mm ³
3	Draft Amidships	150,0	mm
4	Immersed depth	149,8	mm

No	Measurement	Value	Units
5	WL Length	3603,9	mm
6	Beam max extents on WL	1711,8	mm
7	Wetted Area	6689266,0	mm ²
8	Max sect. area	245650,3	mm ²
9	Waterpl. Area	5904888,3	mm ²
10	Prismatic coeff. (Cp)	0,840	
11	Block coeff. (Cb)	0,805	
12	Max Sect. area coeff. (Cm)	0,958	
13	Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,957	
14	LCB length	1695,2	from z
16	LCB %	47,039	from z
17	LCF%	49,838	Mm
18	KB	82,3	Mm
19	KG fluid	0,0	Mm
20	BMt	1841,6	Mm
21	BML	8085,1	Mm
22	GMt corrected	1923,8	Mm
23	GML	8167,4	Mm
24	KMt	1923,8	Mm
25	KML	8167,4	Mm
26	MTc	0.017	tonne.

4.4. Gambar Rencana umum

Gambar rencana umum merupakan penggambaran yang memperlihatkan keseluruhan tata letak peralatan, dan kebutuhan dalam kapal. Tata letak tersebut merupakan ruang muat dan lainnya. Kapal *fiberglass* kombinasi *Plywood* yang akan dibangun memiliki *deck* yang terletak dibagian haluan dan buritan kapal. Tata letak peralatan diatur sesuai kebutuhan atau kenyamanan, tidak berdasarkan pengaturan kapal *fiberglass* pada umumnya. Pertimbangan pengaturan tata letak lebih kepada bagaimana stabilitas kapal tetap terjaga pada saat kapal dengan muatan penuh. Perencanaan awal dalam pembuatan kapal sangat penting diperhatikan, karena akan menentukan performa kapal itu sendiri.

Pada tugas akhir ini, gambar Rencana Umum digunakan sebagai acuan dalam pembangunan kapal penyelamat berukuran panjang 4 meter, lebar 2 meter, tinggi 0,45 meter, dan sarat 0,15 meter. Melalui gambar ini dapat diketahui posisi setiap komponen utama sehingga proses pembuatan

kapal menjadi lebih mudah, terarah, dan sesuai dengan desain yang telah direncanakan.

Gambar Rencana Umum memuat informasi mengenai pembagian ruang dan penempatan berbagai perlengkapan penting, seperti posisi tempat duduk penumpang, ruang kemudi, mesin penggerak, tangki bahan bakar, ruang penyimpanan perlengkapan keselamatan, serta lokasi peralatan pendukung lainnya. Selain itu, gambar ini juga menunjukkan letak haluan (*bow*), buritan (*stern*), lambung kapal, geladak (*deck*), dan posisi perlengkapan keselamatan seperti pelampung, kotak P3K, alat pemadam api ringan (APAR), tali penolong, dan dayung cadangan.

Pada kapal penyelamat, gambar Rencana Umum memiliki peranan yang sangat penting karena kapal harus mampu beroperasi secara cepat, aman, dan efisien dalam kondisi darurat. Oleh karena itu, tata letak peralatan harus dirancang sesederhana mungkin agar memudahkan proses evakuasi maupun penyelamatan korban di perairan.

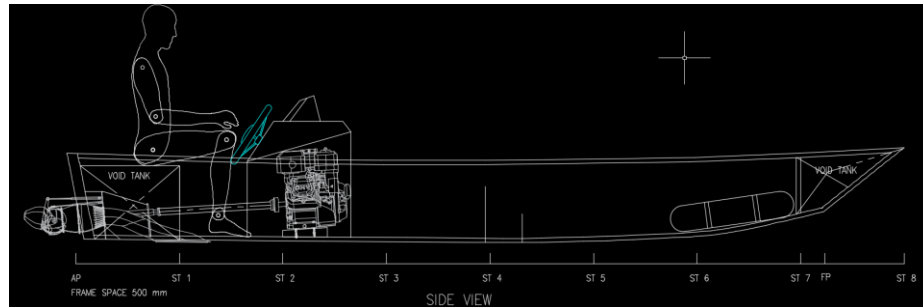
Secara umum, isi gambar Rencana Umum kapal penyelamat meliputi:

a. Tampak samping (*Side View*)

Pada bagian atas gambar terlihat kapal dari arah samping. Beberapa komponen utama yang terlihat adalah:

1. Mesin penggerak berada di bagian belakang/dekat AP (*After Perpendicular*).
2. Poros *propeller* menghubungkan mesin dengan propeller di bagian buritan.
3. *Void Tank* berada di bagian buritan sebagai ruang/tangki yang tidak digunakan untuk muatan.
4. *Fuel Tank* terdapat di bagian depan kapal.
5. Terdapat area/komponen perlengkapan di bagian tengah kapal.
6. Bentuk haluan dibuat lebih tinggi dan meruncing untuk membantu kapal menghadapi kondisi perairan.

Jarak antar-station pada gambar adalah 500 mm, sehingga station digunakan sebagai acuan penempatan komponen. Dapat dilihat pada Gambar 4.14



Gambar 4 14 Tampak Samping (*Side View*)

b. Tampak atas (*Plan View*)

Pada bagian bawah merupakan pandangan kapal dari atas. Dari gambar terlihat bahwa kapal dibagi menjadi beberapa area.

Bagian buritan:

1. *Void Tank* berada di sisi kiri dan kanan.
2. P3K Box berada di area buritan untuk menyimpan perlengkapan pertolongan pertama.
3. Mesin berada di bagian tengah-buritan.
4. Sistem penggerak berada pada garis tengah kapal (CL).

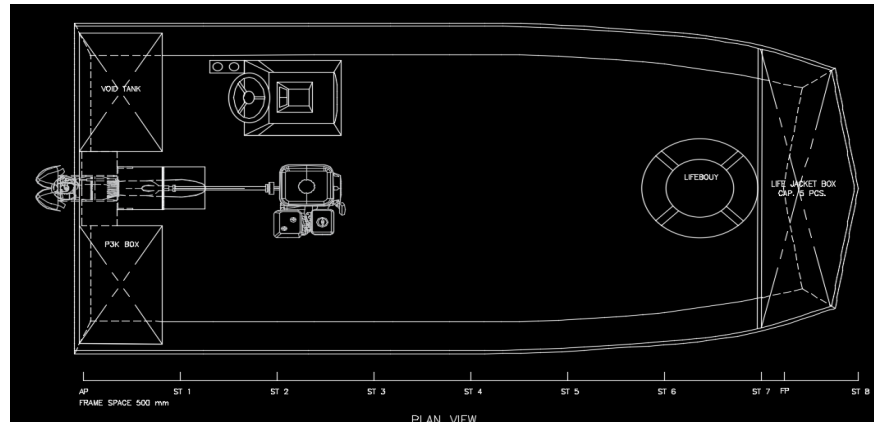
Bagian tengah:

1. Merupakan area utama bagi awak/penumpang.
2. Ruang tengah dibuat cukup terbuka sehingga memudahkan proses evakuasi dan penyelamatan.
3. Terdapat perlengkapan pendukung operasi kapal.

Bagian depan:

1. Terdapat *Life Buoy* sebagai alat keselamatan.
2. Terdapat *Lifeboat Box / Cap*. Pcs sesuai keterangan pada gambar, yang berfungsi sebagai tempat perlengkapan penyelamatan.
3. Haluan memiliki bentuk meruncing sesuai bentuk lambung

pada *Lines Plan*.



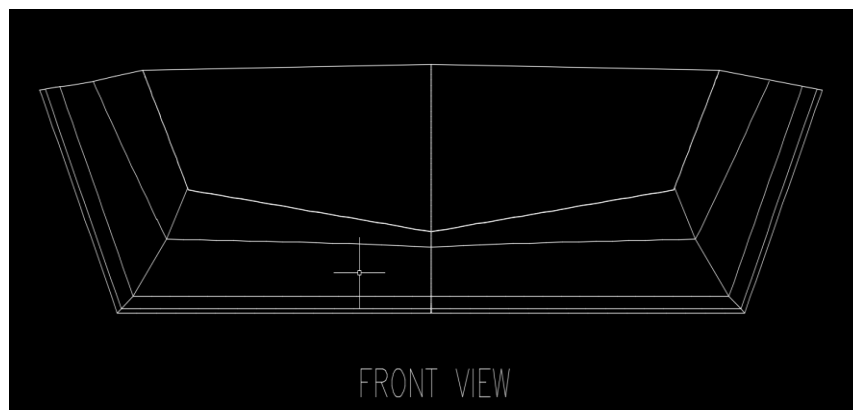
Gambar 4 15 Tampak Atas (*Plan View*)

c. *Front View* (tampak depan)

Menunjukkan bentuk penampang lambung dari arah haluan.

Terlihat:

1. Lebar maksimum kapal (B) = 2 m.
2. Lambung memiliki bentuk melebar ke bagian atas.
3. Bentuk dasar lambung relatif datar sehingga memberikan stabilitas dan ruang yang cukup.



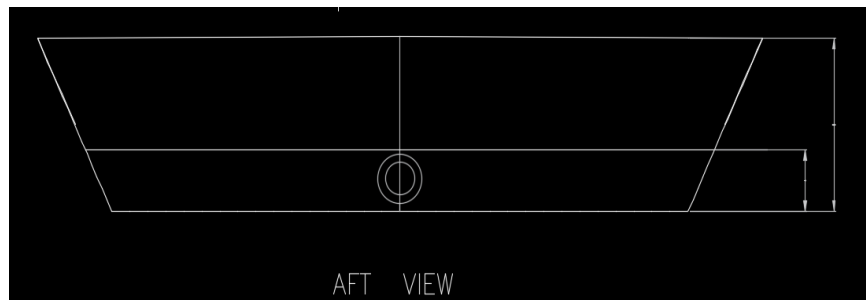
Gambar 4 .16 *Front View* (Tampak Depan)

d. *Aft View* (tampak belakang)

Menunjukkan bentuk penampang buritan dengan:

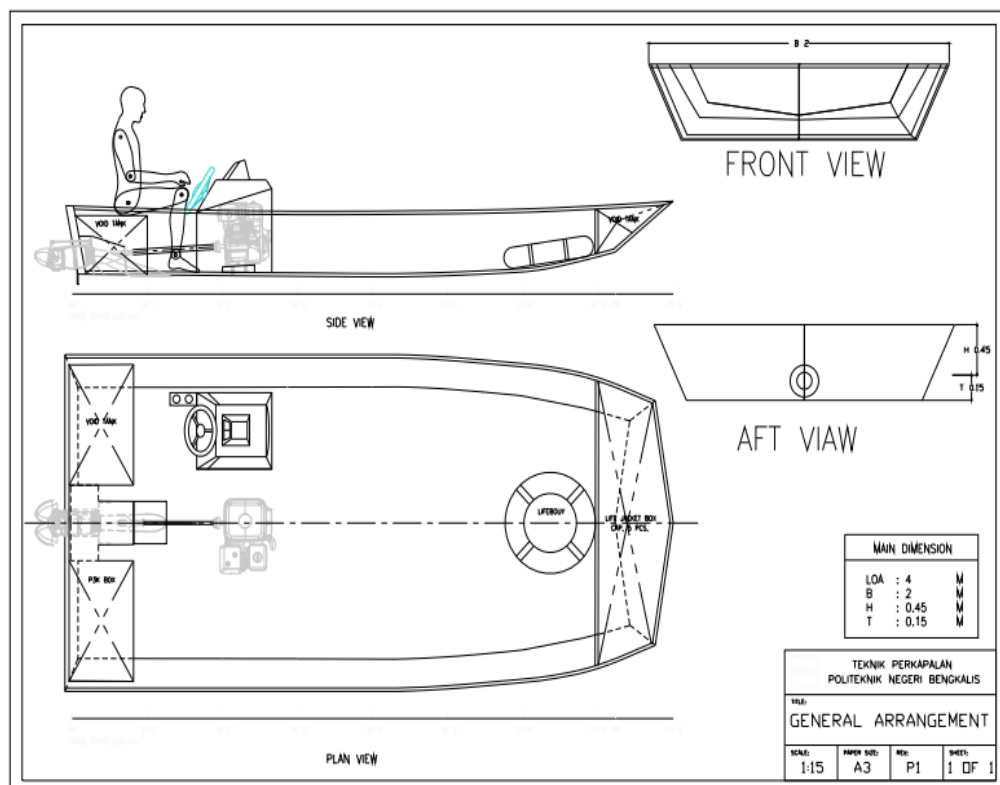
1. $H = 0,45$ m
2. $T = 0,15$ m
3. Posisi sistem penggerak berada pada bagian tengah/bawah

buritan.



Gambar 4. 17 *Aft View* (Tampak Belakang)

Dengan demikian, gambar Rencana Umum merupakan salah satu gambar terpenting dalam proses perancangan kapal penyelamat karena memberikan gambaran lengkap mengenai susunan ruang, posisi peralatan, dan fungsi setiap bagian kapal. Gambar ini menjadi dasar pelaksanaan pembangunan sehingga hasil akhir kapal sesuai dengan desain yang direncanakan serta memenuhi aspek keselamatan dan kemudahan operasional. Dapat dilihat pada Gambar 4.18.



Gambar 4. 18 Rencana Umum

General Arrangement kapal penyelamat berfungsi sebagai gambar tata letak yang menunjukkan posisi mesin, tangki, perlengkapan keselamatan, ruang awak/korban, dan komponen lainnya berdasarkan ukuran utama kapal. Pada desain ini, kapal memiliki LOA 4 m, lebar 2 m, tinggi 0,45 m, dan draft 0,15 m. Penataan komponen dirancang agar penggunaan ruang menjadi efektif serta mendukung keselamatan dan stabilitas kapal selama operasi penyelamatan.

4.6.Stabilitas

Stabilitas adalah kemampuan dari suatu benda yang melayang, yang miring untuk kembali kedudukan tegak lagi atau kembali keposisi semula. Sebagai persyaratan yang wajib, tentunya stabilitas kapal harus mengacu pada standar yang telah ditetapkan oleh Biro Klasifikasi setempat atau *International Maritime Organization* (IMO 1974).

Berdasarkan hasil analisis stabilitas , diperoleh lima kondisi pembebanan (*loadcase*) yang digunakan untuk mengevaluasi karakteristik stabilitas kapal pada berbagai kondisi operasional. Kelima *loadcase* tersebut dirancang untuk merepresentasikan kondisi nyata yang mungkin dialami kapal selama beroperasi, mulai dari kondisi kapal kosong, bahan bakar penuh, bahan bakar berkurang, hingga kombinasi antara muatan dan sisa bahan bakar. Dengan melakukan analisis pada setiap *loadcase*, dapat diketahui perubahan nilai draft, trim, titik berat kapal, serta kemampuan kapal dalam mempertahankan stabilitas pada setiap kondisi pembebanan. Adapun kelima *loadcase* yang dianalisis adalah sebagai berikut:

1. *Loadcase 1 (Fuel Load)* – Kondisi kapal dengan tangki bahan bakar penuh.
2. *Loadcase 2 (LightShip)* – Kondisi kapal tanpa muatan, bahan bakar, dan persediaan habis pakai.
3. *Loadcase 3 (Fuel 50%)* – Kondisi kapal dengan bahan bakar tersisa 50% dari kapasitas tangki.

4. *Loadcase 4 (Half Load)* – Kondisi kapal membawa 50% dari kapasitas muatan.
5. *Loadcase 5 (Half Load, Fuel 20%)* – Kondisi kapal membawa 50% muatan dengan bahan bakar tersisa 20% dari kapasitas tangki.

4.6.1. *Loadcase 1 Tangki Bahan Bakar Penuh (Fuel load)*

Loadcase 1 merupakan kondisi pembebanan kapal ketika tangki bahan bakar terisi penuh sesuai kapasitas yang telah dirancang. Pada kondisi ini, kapal belum membawa muatan atau penumpang tambahan sesuai skenario analisis sehingga berat utama yang memengaruhi stabilitas berasal dari kapal dan bahan bakar.

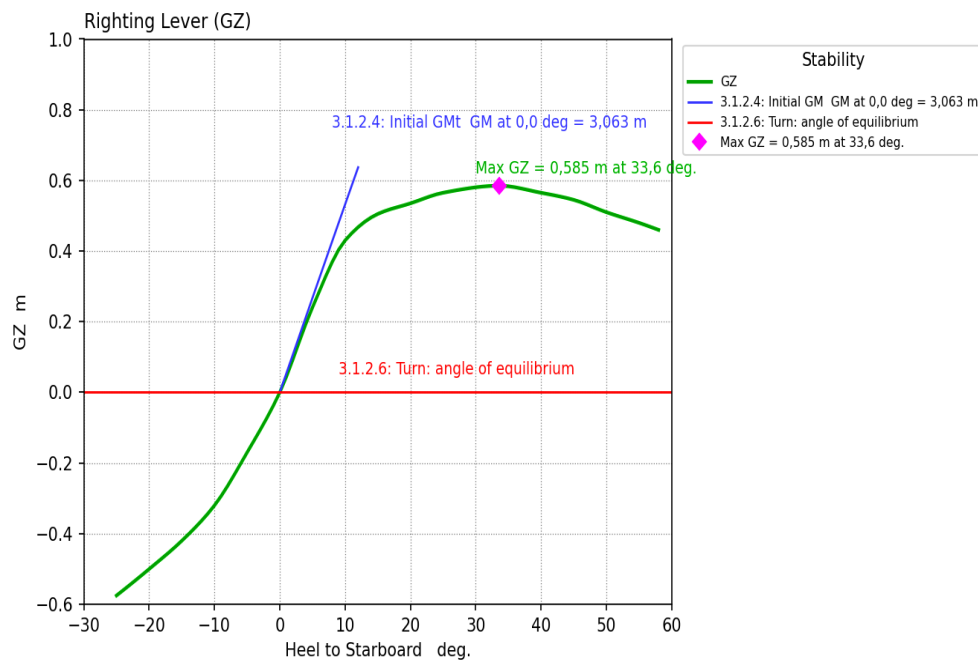
Analisis dilakukan untuk mengetahui pengaruh berat bahan bakar terhadap sarat kapal (*draft*), *trim*, titik berat kapal, dan kemampuan kapal mempertahankan keseimbangan. Hasil analisis ini menjadi acuan untuk mengetahui kondisi stabilitas kapal pada awal operasi sebelum bahan bakar digunakan. Untuk lebih jelas lihat Tabel 4.3 berikut:

Tabel 4.3 Analisis Stabilitas

Item Name	Quantity	Unit Mass kg	Total Mass kg	Unit Volume litre	Total Volume litre	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM kg.m	FSM Type
Lightship	1	346,3	346,3			1,818	0,000	0,143	0,000	User Specified
ENGINE	1	31,0	31,0			1,143	0,000	0,211	0,000	User Specified
LIFE BOUY	1	2,5	2,5			3,229	0,000	0,136	0,000	User Specified
LIFE JACKET	5	0,7	3,5			3,680	0,000	0,267	0,000	User Specified
P3K	1	0,4	0,4			0,243	0,579	0,158	0,000	User Specified
PEOPLE 2	1	75,0	75,0			1,530	0,000	0,320	0,000	User Specified
PEOPLE 3	1	75,0	75,0			1,530	0,000	0,320	0,000	User Specified
PEOPLE 4	1	75,0	75,0			2,520	0,450	0,320	0,000	User Specified
PEOPLE 5	1	75,0	75,0			2,520	- 0,450	0,320	0,000	User Specified
FUEL 100%	1	3,8	3,8	5,0	5,0	1,182	0,007	0,378	0,000	Maximum
Total Loadcase			762,5	5,0	5,0	1,745	0,054	0,246	0,000	
VCG fluid								0,246		

Berdasarkan kurva stabilitas, dapat disimpulkan bahwa kapal memiliki stabilitas awal yang sangat baik dengan nilai GMt sebesar 3,063 m. Nilai GZ maksimum sebesar 0,585 m pada sudut $35,6^\circ$ menunjukkan kemampuan kapal menghasilkan momen penegak yang optimal. Secara keseluruhan, kurva GZ memperlihatkan bahwa desain kapal memenuhi karakteristik stabilitas yang baik dan aman untuk dioperasikan karena memiliki kemampuan mengembalikan posisi kapal ketika mengalami oleng..Untuk lebih jelas lihat Gambar 4.19.

Grafik Loadcase 1 Tangki Bahan Bakar Penuh (*Fuel load*)



Gambar 4.19 .Grafik Righting Lever (GZ)

Heel to Starboard (deg) merupakan sudut kemiringan kapal ke sisi kanan (starboard) yang diukur dalam satuan derajat ($^\circ$). Nilai ini menunjukkan besar kemiringan kapal akibat pengaruh distribusi beban, angin, gelombang, atau gaya luar lainnya. Semakin besar nilai sudut heel, semakin besar pula kemiringan kapal ke arah kanan.

Tabel 4.4 *Heel To Starboard Deg*

Heel to Starboard deg	-30,0	-20,0	-10,0	0,0	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0
GZ m	-0,532	-0,507	-0,345	-0,054	0,240	0,406	0,439	0,410	0,353	0,279
Area under GZ curve from zero heel m rad	0,2045	0,1126	0,0359	0,0000	0,0173	0,0758	0,1511	0,2257	0,2926	0,3479
Displacement kg	762,5	762,5	762,4	762,5	762,5	762,5	762,5	762,5	762,5	762,5
Draft at FP m	0,021	0,106	0,157	0,168	0,157	0,105	0,019	-0,089	-0,237	-0,464
Draft at AP m	-0,004	0,079	0,130	0,135	0,130	0,080	-0,003	-0,103	-0,237	-0,440
WL Length m	3,873	3,809	3,717	3,581	3,717	3,808	3,871	3,895	3,906	3,914
Beam max extents on WL m	0,900	1,316	1,747	1,716	1,747	1,316	0,900	0,700	0,600	0,524
Wetted Area m ²	5,259	5,237	6,343	6,472	6,342	5,237	5,260	5,293	5,317	5,337
Waterpl. Area m ²	3,151	4,501	5,801	5,898	5,801	4,503	3,153	2,454	2,059	1,822
Prismatic coeff. (Cp)	0,820	0,811	0,800	0,818	0,801	0,812	0,822	0,831	0,839	0,845
Block coeff. (Cb)	0,532	0,415	0,409	0,783	0,409	0,415	0,533	0,632	0,707	0,799
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	1,748	1,747	1,747	1,747	1,746	1,747	1,747	1,747	1,745	1,744
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	1,839	1,805	1,793	1,800	1,792	1,806	1,840	1,841	1,841	1,841
Max deck inclination deg	30,002	20,004	10,009	0,5114	10,008	20,003	30,001	40,000	50,000	60,002
Trim angle (+ve by stern) deg	-0,3922	-0,4243	-0,4232	0,5114	-0,4158	-0,4081	-0,3559	-0,2210	-0,0003	0,3762

Key point	Type	Immersion angle deg	Emergence angle deg
Margin Line (immersion pos = 2,262 m)		14,6	n/a
Deck Edge (immersion pos = 2,222 m)		19,4	n/a

Dalam analisis stabilitas, nilai heel digunakan untuk mengevaluasi kemampuan kapal mempertahankan keseimbangan dan kembali ke posisi tegak setelah mengalami kemiringan.

Tabel 4.5 Hasil Analisis

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 30	0,0550	m.rad	0,1511	Pass	+174,66
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 40	0,0900	m.rad	0,2257	Pass	+150,81
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 30 to 40	0,0300	m.rad	0,0747	Pass	+148,87
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater	0,200	m		Pass	
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.3: Angle of maximum GZ	25,0	deg	28,2	Pass	+12,73
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.4: Initial GMt	0,150	m	1,670	Pass	+1013,33
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.5: Passenger crowding: angle of equilibrium	10,0	deg	1,7	Pass	+83,11
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.6: Turn: angle of equilibrium	10,0	deg	2,8	Pass	+71,57

Berdasarkan hasil analisis stabilitas sesuai IMO A.749(18) *Chapter* 3, kapal telah memenuhi sebagian besar kriteria stabilitas dengan status Pass. Nilai luas kurva stabilitas (Area 0–30°, 0–40°, dan 30–40°) menunjukkan bahwa kapal memiliki kemampuan yang baik untuk kembali ke posisi tegak setelah mengalami oleng. Nilai Initial GMt sebesar 1,670 m juga jauh di atas batas minimum 0,150 m, yang menandakan stabilitas awal kapal sangat baik. Selain itu, sudut oleng akibat perpindahan penumpang (1,7°) dan saat kapal berbelok (2,8°) masih berada di bawah batas maksimum 10°, sehingga memenuhi persyaratan. Namun, pada kriteria *Angle of Maximum GZ* diperoleh status *Fail* karena rentang sudut oleng kapal belum cukup besar untuk memenuhi persyaratan. Secara keseluruhan, hasil analisis menunjukkan bahwa stabilitas kapal sudah baik, tetapi masih memerlukan sedikit penyempurnaan agar seluruh kriteria IMO dapat terpenuhi.

4.6.2. Loadcase 2 Kapal Tanpa Muatan

Loadcase 2 merupakan kondisi kapal tanpa membawa muatan, penumpang, bahan bakar, air tawar, maupun persediaan lainnya. Berat kapal hanya berasal dari struktur lambung, mesin, perlengkapan tetap, dan peralatan yang terpasang secara permanen.

Kondisi ini digunakan sebagai kondisi dasar dalam analisis stabilitas karena menunjukkan berat asli kapal sebelum menerima beban tambahan. Dari kondisi ini dapat diketahui posisi titik berat kapal dan karakteristik stabilitas awal. Untuk lebih jelas lihat Tabel 4.6 berikut:

Tabel 4.6 Analisis Stabilitas

Item Name	Quantity	Unit Mass kg	Total Mass kg	Unit Volume litre	Total Volume litre	Long. Arm m	Trans Arm m	Vert. Arm m	Total FSM kg.m	FSM Type
Lightship	1	346,5	346,5			1,840	0,000	0,143	0,000	User Specified
ENGINE	1	31,0	31,0			1,143	0,000	0,211	0,000	User Specified
LIFEBOUY	0	2,5	0,0			3,229	0,000	0,136	0,000	User Specified
LIFE JACKET	0	0,7	0,0			3,680	0,000	0,267	0,000	User Specified
P3K	0	0,4	0,0			0,000	0,000	0,000	0,000	User Specified
PILOT	0	75,0	0,0			0,435	0,543	0,440	0,000	User Specified
PEOPLE 2	0	75,0	0,0			0,435	- 0,543	0,440	0,000	User Specified

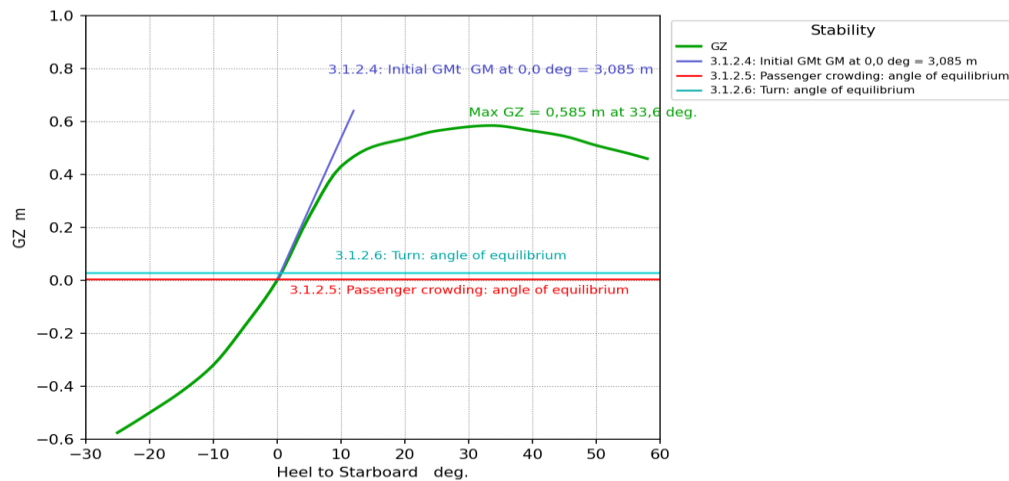
Item Name	Quantity	Unit Mass kg	Total Mass kg	Unit Volume litre	Total Volume litre	Long. Arm m	Trans Arm m	Vert. Arm m	Total FSM kg.m	FSM Type
PEOPLE 3	0	75,0	0,0			1,670	0,000	0,320	0,000	User Specified
PEOPLE 4	0	75,0	0,0			2,550	0,450	0,320	0,000	User Specified
PEOPLE 4	0	75,0	0,0			2,550	- 0,450	0,320	0,000	User Specified
FUEL	0%	3,8	0,0	5,0	0,0	1,182	0,007	0,338	0,000	Maximum
Total Loadcase			377,5	5,0	0,0	1,783	0,000	0,149	0,000	
VCG fluid								0,149		

Berdasarkan hasil analisis, kondisi *LightShip* memiliki total berat kapal sebesar 377,5 kg dengan VCG (*Vertical Center of Gravity*) sebesar 0,149 m. Selain itu, FSM (Free Surface Moment) bernilai 0, yang menunjukkan tidak adanya pengaruh permukaan bebas cairan karena tangki bahan bakar dalam kondisi kosong (0%). Hal ini menunjukkan kapal berada pada kondisi ringan (*lightship*) dan stabilitas awal dihitung tanpa pengaruh muatan maupun bahan bakar.

Grafik *Righting Lever* (GZ) menunjukkan kemampuan kapal untuk kembali ke posisi tegak setelah mengalami kemiringan (*heel*). Pada kondisi *LightShip*, nilai Initial GM sebesar 3,085 m, yang menandakan kapal memiliki stabilitas awal yang sangat baik. Kurva GZ meningkat seiring bertambahnya sudut kemiringan hingga mencapai nilai maksimum sekitar 0,58 m pada sudut sekitar 35°–40°. Setelah itu, nilai GZ mulai menurun, tetapi tetap bernilai positif hingga sudut sekitar 58°, yang menunjukkan kapal masih memiliki kemampuan untuk kembali tegak.

Sudut keseimbangan (*Angle of Equilibrium*) berada pada 0°, sehingga kapal berada dalam kondisi tegak tanpa adanya kemiringan awal. Kurva GZ yang bernilai positif pada rentang sudut yang cukup besar menunjukkan bahwa kapal memiliki kemampuan pemulih (*righting sability*) yang baik dan stabil pada kondisi pembebanan *LightShip*. Untuk lebih jelas lihat Gambar 4.20.

Grafik Loadcase 2 Kapal Tanpa Muatan



Gambar 4. 20 Grafik Righting Lever (GZ)

Pada data hidrostatis dan stabilitas kapal pada berbagai sudut kemiringan (*Heel to Starboard*) mulai dari -30° hingga 60° . Setiap perubahan sudut kemiringan memengaruhi nilai GZ (*Righting Arm*), yaitu lengan penegak yang menunjukkan kemampuan kapal untuk kembali ke posisi tegak setelah miring. Selain itu, tabel juga menampilkan luas kurva GZ, yang menggambarkan cadangan stabilitas kapal, displacement yang menunjukkan berat total kapal, serta perubahan draft di haluan (FP) dan buritan (AP) akibat kemiringan.

Pada bagian *Key Point*, ditunjukkan bahwa Margin Line mulai terendam pada sudut $23,4^\circ$, sedangkan *Deck Edge* mulai terendam pada sudut $29,6^\circ$. Data ini digunakan sebagai acuan dalam mengevaluasi kemampuan stabilitas kapal pada kondisi utuh (*intact stability*) serta menentukan batas aman operasi kapal saat mengalami kemiringan. Untuk lebih jelas lihat Tabel 4.7.

Tabel 4.7 *Heel To Starboard*

Heel to Starboard deg	-30,0	-20,0	-10,0	0,0	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0
GZ m	-0,581	-0,544	-0,432	0,000	0,432	0,544	0,581	0,575	0,525	0,447
Area under GZ curve from zero heel m rad	0,2279	0,1297	0,0411	0,0000	0,0412	0,1297	0,2282	0,3298	0,4264	0,5114
Displacement kg	377,5	377,5	377,5	377,5	377,5	377,5	377,5	377,5	377,5	377,5
Draft at FP m	-0,092	0,020	0,092	0,109	0,092	0,020	-0,093	-0,246	-0,454	-0,776

Heel to Starboard deg	-30,0	-20,0	-10,0	0,0	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0
Draft at AP m	-0,171	-0,043	0,040	0,062	0,040	-0,043	-0,171	-0,349	-0,589	-0,957
WL Length m	3,743	3,702	3,615	3,373	3,615	3,701	3,742	3,774	3,820	3,887
Beam max extents on WL m	1,016	0,993	1,319	1,655	1,318	0,992	1,016	0,922	0,791	0,666
Wetted Area m ²	3,425	3,617	4,408	5,715	4,409	3,618	3,427	3,451	3,479	3,497
Waterpl. Area m ²	2,906	3,140	4,034	5,402	4,035	3,141	2,909	2,420	2,051	1,817
Prismatic coeff. (Cp)	0,759	0,760	0,748	0,752	0,749	0,762	0,761	0,769	0,774	0,773
Block coeff. (Cb)	0,340	0,380	0,374	0,732	0,375	0,381	0,340	0,372	0,444	0,556
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	1,789	1,787	1,785	1,784	1,785	1,786	1,789	1,792	1,795	1,798
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	1,815	1,809	1,795	1,732	1,795	1,810	1,816	1,816	1,837	1,843
Max deck inclination deg	30,018	20,022	10,033	0,7539	10,032	20,021	30,017	40,016	50,014	60,010
Trim angle (+ve by stern) deg	-1,249	-1,010	-0,825	-0,754	-0,816	-0,996	-1,231	-1,632	-2,137	-2,875

Key point	Type	Immersion angle deg	Emergence angle deg
Margin Line (immersion pos = 2,343 m)		23,4	n/a
Deck Edge (immersion pos = 2,303 m)		29,6	n/a

Berdasarkan hasil analisis stabilitas, hampir seluruh kriteria IMO A.749(18) *Chapter 3* telah memenuhi standar (*Pass*). Nilai luas kurva GZ pada sudut 0°–30°, 0°–40°, dan 30°–40° semuanya lebih besar dari nilai minimum yang dipersyaratkan, sehingga kapal memiliki kemampuan pemulih yang baik saat mengalami kemiringan.

Nilai Initial GMt sebesar 1,670 m juga jauh di atas batas minimum 0,150 m, yang menunjukkan bahwa kapal memiliki stabilitas awal yang sangat baik. Selain itu, sudut keseimbangan akibat penumpang berkumpul (1,7°) dan pengaruh putaran kapal (2,8°) masih berada di bawah batas maksimum 10°, sehingga dinyatakan memenuhi persyaratan.

Namun, terdapat satu kriteria yang tidak memenuhi (*Fail*), yaitu sudut saat GZ maksimum (*Angle of Maximum GZ*). Nilai yang diperoleh sebesar 28,2°, sedangkan persyaratan mengharuskan kondisi tertentu yang tidak sepenuhnya terpenuhi. Status ini menunjukkan bahwa karakteristik stabilitas pada sudut besar masih perlu ditinjau atau dioptimalkan agar sesuai dengan standar IMO. Untuk lebih jelas lihat Tabel 4.8 berikut:

Tabel 4.8 Hasil Analisis Stabilitas

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 30	0,0550	m.rad	0,2282	Pass	+314,85
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 40	0,0900	m.rad	0,3298	Pass	+266,50
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 30 to 40	0,0300	m.rad	0,1017	Pass	+238,93
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater	0,200	m	0,585	Pass	+192,50
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.3: Angle of maximum GZ	25,0	deg	33,6	Pass	+34,54
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.4: Initial GMt	0,150	m	3,085	Pass	+1956,67
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.5: Passenger crowding: angle of equilibrium	10,0	deg	0,0	Pass	+100,01
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.6: Turn: angle of equilibrium	10,0	deg	0,5	Pass	+95,33

4.6.3 . Loadcase Kapal Dengan Kapasitas Bahan Bakar 50%

Loadcase 3 merupakan kondisi kapal dengan kapasitas bahan bakar 50% dan kapal berada dalam kondisi utuh (*intact*) tanpa mengalami kerusakan. Pada kondisi ini, total massa kapal adalah 758,0 kg, yang terdiri dari berat kapal (*lightship*), mesin, perlengkapan keselamatan, lima orang di atas kapal, serta bahan bakar sebanyak 2,5 liter (50% dari kapasitas 5 liter).

Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai VCG (*Vertical Centre of Gravity*) sebesar 0,258 m, yang menandakan titik berat kapal masih berada pada posisi yang aman sehingga stabilitas kapal tetap terjaga. Nilai FSM (*Free Surface Moment*) sebesar 0,208 kg·m berasal dari pengaruh permukaan bebas bahan bakar di dalam tangki, namun nilainya masih kecil sehingga tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap stabilitas kapal. Untuk lebih jelas dapat lihat Tabel 4.9 .

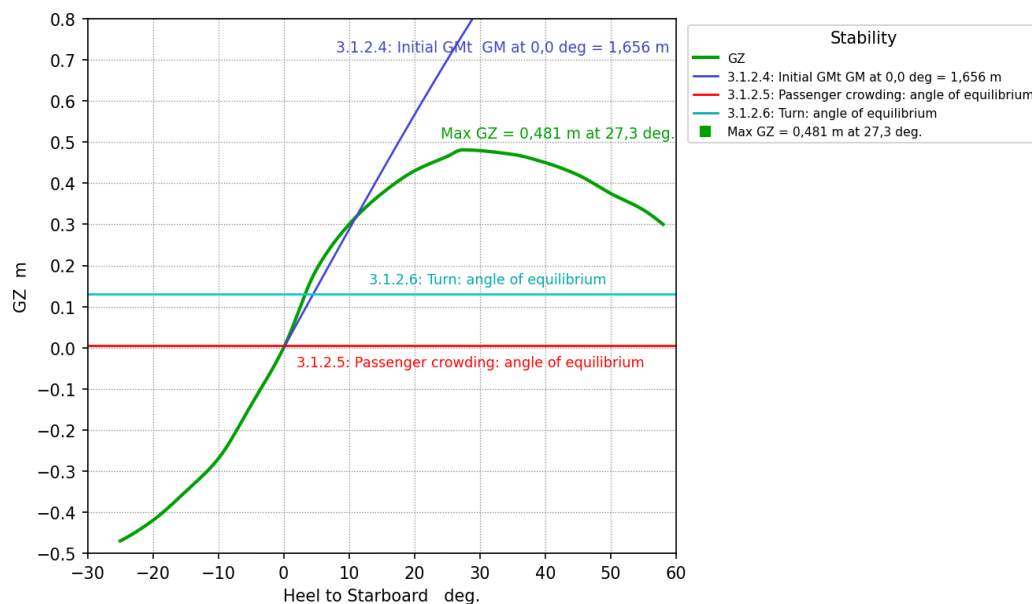
Tabel 4.9 Analisis Stabilitas

Item Name	Quantity	Unit Mass kg	Total Mass kg	Unit Volume litre	Total Volume litre	Long. Arm m	Trans Arm m	Vert. Arm m	Total FSM kg.m	FSM Type
Lightship	1	346,5	346,5			1,840	0,000	0,143	0,000	User Specified
ENGINE	1	31,0	31,0			1,143	0,000	0,211	0,000	User Specified
LIFEBOUY	1	2,5	2,5			3,229	0,000	0,136	0,000	User Specified
LIFE JACKET	1	0,7	0,7			3,680	0,000	0,267	0,000	User Specified

Item Name	Quantity	Unit Mass kg	Total Mass kg	Unit Volume litre	Total Volume litre	Long. Arm m	Trans Arm m	Vert. Arm m	Total FSM kg.m	FSM Type
P3K	1	0,4	0,4			0,000	0,000	0,000	0,000	User Specified
PILOT	1	75,0	75,0			0,435	0,543	0,440	0,000	User Specified
PEOPLE 2	1	75,0	75,0			0,435	0,543	0,440	0,000	User Specified
PEOPLE 3	1	75,0	75,0			1,670	0,000	0,320	0,000	User Specified
PEOPLE 4	1	75,0	75,0			2,550	0,450	0,320	0,000	User Specified
PEOPLE 5	1	75,0	75,0			2,550	0,450	0,320	0,000	User Specified
FUEL	50%	3,8	1,9	5,0	2,5	1,182	0,007	0,358	0,208	Maximum
Total Loadcase			758,0	5,0	2,5	1,661	0,000	0,258	0,208	
VCG fluid								0,258		

Grafik *Righting Lever* (GZ) memperlihatkan bahwa nilai GZ meningkat seiring bertambahnya sudut oleng hingga mencapai nilai maksimum, kemudian menurun secara bertahap. Kurva GZ juga berada di atas batas minimum yang dipersyaratkan, sehingga kemampuan kapal untuk kembali ke posisi tegak setelah mengalami kemiringan masih tergolong baik. Untuk lebih jelas dapat dilihat Gambar 4.21.

Grafik Loadcase 3 Kapal Dengan Kapasitas Bahan Bakar 50%



Gambar 4. 21 Grafik *Righting Lever* (GZ)

Pada tabel ini menunjukkan perubahan parameter hidrostatik kapal pada berbagai sudut kemiringan (heel) dari -30° hingga 60° . Nilai GZ (*Righting Lever*) meningkat dari 0 m pada sudut 0° hingga mencapai nilai maksimum sekitar 0,478 m pada sudut 30° , kemudian menurun secara bertahap pada sudut yang lebih besar. Hal ini menunjukkan bahwa kapal memiliki kemampuan untuk kembali ke posisi tegak setelah mengalami kemiringan.

Selama pengujian, displacement kapal relatif konstan, yaitu sekitar 758 kg, sehingga distribusi beban tidak mengalami perubahan. Nilai draft, panjang garis air (*WL Length*), luas bidang basah (*Wetted Area*), dan luas bidang air (*Waterplane Area*) berubah mengikuti bertambahnya sudut oleng, yang merupakan karakteristik normal akibat perubahan posisi lambung terhadap permukaan air. Untuk lebih jelas lihat Tabel 4.10 berikut:

Tabel 4.10 *Heel To Starboard Deg*

Heel to Starboard deg	-30,0	-20,0	-10,0	0,0	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0
GZ m	-0,478	-0,452	-0,290	0,000	0,290	0,452	0,478	0,442	0,376	0,294
Area under GZ curve from zero heel m rad	0,1758	0,0934	0,0264	0,0000	0,0264	0,0934	0,1761	0,2570	0,3287	0,3873
Displacement kg	758,0	758,0	758,0	758,0	758,0	757,9	758,0	758,0	758,0	758,0
Draft at FP m	-0,022	0,077	0,135	0,147	0,135	0,077	-0,023	-0,153	-0,332	-0,610
Draft at AP m	0,036	0,105	0,150	0,154	0,150	0,106	0,037	-0,042	-0,145	-0,299
WL Length m	3,823	3,781	3,702	3,558	3,702	3,781	3,822	3,880	3,893	3,902
Beam max extents on WL m	0,900	1,316	1,743	1,712	1,743	1,316	0,900	0,750	0,659	0,572
Wetted Area m ²	5,205	5,207	6,307	6,402	6,306	5,208	5,206	5,234	5,254	5,269
Waterpl. Area m ²	3,129	4,408	5,771	5,831	5,770	4,409	3,132	2,451	2,057	1,819
Prismatic coeff. (Cp)	0,811	0,834	0,827	0,845	0,828	0,833	0,810	0,782	0,766	0,752
Block coeff. (Cb)	0,524	0,422	0,417	0,810	0,417	0,422	0,524	0,554	0,582	0,638
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	1,656	1,659	1,660	1,660	1,660	1,659	1,656	1,651	1,644	1,637
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	1,825	1,767	1,741	1,771	1,740	1,767	1,826	1,837	1,836	1,832
Max deck inclination deg	30,010	20,004	10,003	0,106	10,003	20,004	30,010	40,019	50,027	60,031
Trim angle (+ve by stern) deg	0,9252	0,4446	0,2336	0,106	0,2390	0,4556	0,9472	1,7629	2,9568	4,9117

Pada bagian *Key Point*, diketahui bahwa *Margin Line* mulai terendam pada sudut $13,5^{\circ}$, sedangkan *Deck Edge* mulai terendam pada sudut $18,7^{\circ}$. Nilai ini menunjukkan batas awal masuknya air ke bagian atas lambung apabila kemiringan kapal terus bertambah.

Key point	Type	Immersion angle deg	Emergence angle deg
Margin Line (immersion pos = 0 m)		13,5	n/a
Deck Edge (immersion pos = 0 m)		18,7	n/a

Berdasarkan hasil analisis stabilitas, sebagian besar kriteria IMO A.749(18) *Chapter 3* telah memenuhi persyaratan (*Pass*). Nilai luas kurva GZ pada rentang sudut 0° – 30° , 0° – 40° , dan 30° – 40° masing-masing sebesar 0,1761 m.rad, 0,2570 m.rad, dan 0,0808 m.rad, sehingga lebih besar dari nilai minimum yang dipersyaratkan. Hal ini menunjukkan bahwa kapal memiliki kemampuan pemulih yang baik ketika mengalami kemiringan.

Nilai Initial GMt sebesar 1,656 m juga jauh di atas batas minimum 0,150 m, yang menandakan stabilitas awal kapal sangat baik. Selain itu, sudut keseimbangan akibat penumpang berkumpul sebesar $0,0^{\circ}$ dan akibat kapal berbelok sebesar $1,2^{\circ}$, masih jauh di bawah batas maksimum 10° , sehingga kedua kriteria tersebut dinyatakan memenuhi standar.

Semua kriteria terpenuhi memenuhi (*Pass*), yaitu *Angle of Maximum GZ*. Nilai sudut GZ maksimum yang diperoleh adalah $27,3^{\circ}$, sehingga masih belum memenuhi persyaratan IMO pada kondisi tersebut. Meskipun demikian, kemampuan pemulih kapal secara keseluruhan masih tergolong baik. Untuk lebih jelas lihat Tabel 4.11 berikut:

Tabel 4.11 Hasil Analisis Stabilitas

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 30	0,0550	m.rad	0,1761	Pass	+220,20
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 40	0,0900	m.rad	0,2570	Pass	+185,50
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 30 to 40	0,0300	m.rad	0,0808	Pass	+169,45
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater	0,200	m		Pass	
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.3: Angle of maximum GZ	25,0	deg	27,3	Pass	+9,09
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.4: Initial GMt	0,150	m	1,656	Pass	+1004,00
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.5: Passenger crowding: angle of equilibrium	10,0	deg	0,0	Pass	+100,03

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.6: Turn: angle of equilibrium	10,0	deg	1,2	Pass	+87,62

4.6.4 Loadcase 4 Muatan Setengah (*Half Load*)

Loadcase 4 menggambarkan kondisi kapal dengan muatan setengah (*Half Load*), di mana hanya terdapat dua orang di atas kapal (pilot dan satu penumpang), sedangkan tiga penumpang lainnya tidak ikut dimuat. Kapal juga membawa bahan bakar sebesar 50% dari kapasitas tangki atau sekitar 2,5 liter.

Berdasarkan tabel, total massa kapal pada kondisi ini adalah 533,0 kg, yang terdiri dari berat kapal (*lightship*), mesin, perlengkapan keselamatan, dua orang, serta bahan bakar. Nilai VCG (*Vertical Centre of Gravity*) sebesar 0,232 m, menunjukkan bahwa titik berat kapal berada pada posisi yang cukup rendah sehingga stabilitas kapal tetap terjaga. Sementara itu, nilai FSM (*Free Surface Moment*) sebesar 0,208 kg·m berasal dari pengaruh permukaan bebas bahan bakar di dalam tangki, namun nilainya masih kecil sehingga tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap stabilitas kapal. Untuk lebih jelas lihat Tabel 4.12 berikut.

Tabel 4.12 Analisis Stabilitas

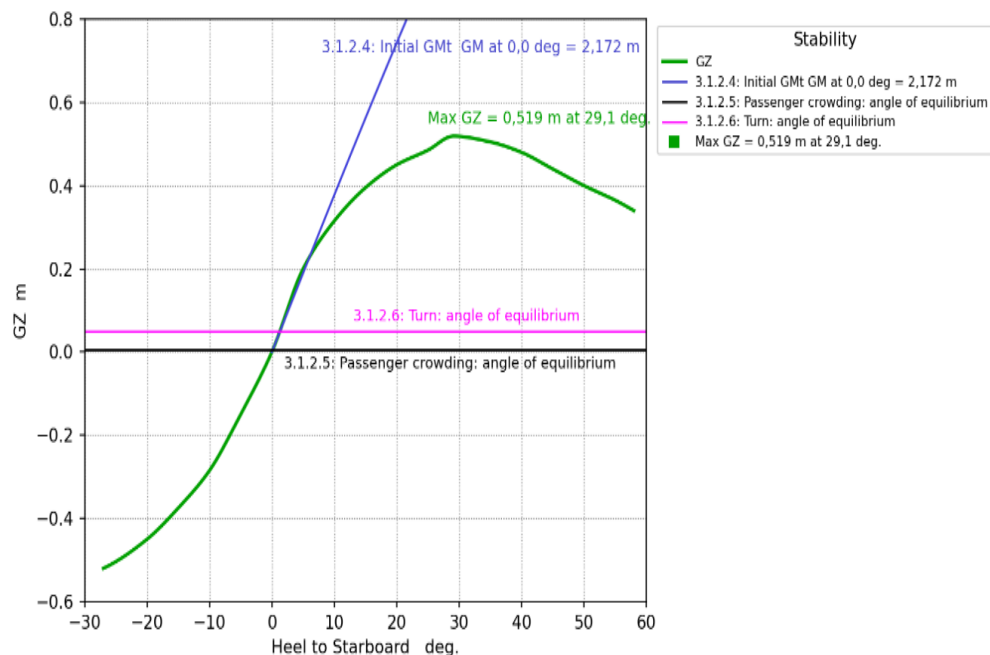
Item Name	Quantity	Unit Mass kg	Total Mass kg	Unit Volume litre	Total Volume litre	Long . Arm m	Trans . Arm m	Vert. Arm m	Total FSM kg.m	FSM Type
Lightship	1	346,5	346,5			1,840	0,000	0,143	0,000	User Specified
ENGINE	1	31,0	31,0			1,143	0,000	0,211	0,000	User Specified
LIFEBUOY	1	2,5	2,5			3,229	0,000	0,136	0,000	User Specified
LIFE JACKET	1	0,7	0,7			3,680	0,000	0,267	0,000	User Specified
P3K	1	0,4	0,4			0,000	0,000	0,000	0,000	User Specified
PILOT	1	75,0	75,0			0,435	0,543	0,440	0,000	User Specified
PEOPLE 2	1	75,0	75,0			0,435	-0,543	0,440	0,000	User Specified
PEOPLE 3	0	75,0	0,0			1,670	0,000	0,320	0,000	User Specified
PEOPLE 4	0	75,0	0,0			2,550	0,450	0,320	0,000	User Specified
PEOPLE 5	0	75,0	0,0			2,550	-0,450	0,320	0,000	User Specified
FUEL	50%	3,8	1,9	5,0	2,5	1,182	0,007	0,358	0,208	Maximum
Total Loadcase			533,0	5,0	2,5	1,409	0,000	0,231	0,208	
VCG fluid								0,232		

Grafik *Righting Lever* (GZ) menunjukkan kemampuan kapal untuk kembali ke posisi tegak setelah mengalami kemiringan (*heel*). Pada kondisi ini, nilai GZ maksimum sebesar 0,518 m dicapai pada sudut oleng sekitar 29,1°. Hal ini menunjukkan bahwa kapal memiliki momen penegak terbesar pada sudut tersebut sehingga stabilitasnya berada pada kondisi paling baik.

Grafik juga memperlihatkan bahwa sudut keseimbangan akibat penumpang (*Passenger Crowding*) sebesar 3,125°, sedangkan sudut keseimbangan akibat putaran kapal (*Turn Angle*) sebesar 3,126°. Kedua nilai tersebut masih sangat kecil sehingga kemiringan kapal akibat pengaruh beban dan manuver tidak signifikan.

Setelah mencapai nilai maksimum, kurva GZ mulai menurun secara bertahap hingga sudut oleng yang lebih besar. Meskipun demikian, nilai GZ tetap positif, yang menunjukkan bahwa kapal masih memiliki kemampuan untuk kembali ke posisi tegak dan belum kehilangan stabilitas. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 4.22.

Grafik Loadcase 4 kapal Muatan Setengah (*Half Load*)



Gambar 4 .22 Grafik Righting Lever (GZ)

Pada Tabel menunjukkan perubahan parameter stabilitas kapal pada berbagai sudut oleng (heel) dari -30° hingga 60° . Nilai *Righting Lever* (GZ) meningkat seiring bertambahnya sudut oleng dan mencapai nilai maksimum 0,518 m pada sudut 30° , kemudian menurun secara bertahap hingga 0,338 m pada sudut 60° . Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan kapal untuk kembali ke posisi tegak paling besar terjadi pada sudut 30° .

Luas di bawah kurva GZ (*Area under GZ curve*) juga meningkat seiring bertambahnya sudut oleng, yang menunjukkan cadangan stabilitas kapal semakin besar hingga sudut tertentu. *Displacement* kapal tetap 533 kg pada seluruh kondisi, sehingga berat kapal tidak mengalami perubahan selama analisis.

Nilai draft di haluan (FP) dan buritan (AP) berubah sesuai sudut oleng, begitu juga dengan panjang garis air (*WL Length*), luas bidang basah (*Wetted Area*), dan luas bidang air (*Waterplane Area*). Perubahan tersebut merupakan respons alami kapal saat mengalami kemiringan. Untuk lebih jelas lihat Tabel 4.13 berikut:

Tabel 4.13 *Heel To Starboard Deg*

Heel to Starboard deg	-30,0	-20,0	-10,0	0,0	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0
GZ m	-0,518	-0,488	-0,349	0,000	0,349	0,488	0,518	0,487	0,423	0,338
Area under GZ curve from zero heel m rad	0,1968	0,1084	0,0326	0,0000	0,0326	0,1083	0,1971	0,2855	0,3653	0,4319
Displacement kg	533,0	533,0	533,0	533,0	533,0	533,0	533,0	533,0	533,0	533,0
Draft at FP m	-0,189	-0,053	0,035	0,063	0,035	-0,053	-0,189	-0,380	-0,650	-1,072
Draft at AP m	0,031	0,109	0,154	0,155	0,154	0,109	0,031	-0,056	-0,166	-0,328
WL Length m	3,613	3,612	3,521	3,232	3,527	3,614	3,615	3,585	3,542	3,520
Beam max extents on WL m	1,003	1,278	1,721	1,710	1,721	1,278	1,004	0,909	0,804	0,691
Wetted Area m ²	4,049	4,172	5,084	5,732	5,087	4,174	4,051	4,055	4,065	4,075
Waterpl. Area m ²	2,837	3,592	4,652	5,329	4,654	3,594	2,839	2,288	1,941	1,718
Prismatic coeff. (Cp)	0,625	0,617	0,638	0,723	0,637	0,616	0,624	0,624	0,621	0,612
Block coeff. (Cb)	0,359	0,321	0,319	0,695	0,319	0,320	0,358	0,361	0,385	0,430
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	1,390	1,398	1,403	1,405	1,403	1,398	1,390	1,378	1,364	1,348
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	1,662	1,564	1,551	1,642	1,552	1,565	1,664	1,709	1,720	1,711
Max deck inclination deg	30,137	20,139	10,168	1,445	10,169	20,140	30,137	40,160	50,176	60,173
Trim angle (+ve by stern) deg	3,4750	2,5650	1,8802	1,445	1,8857	2,5711	3,4825	5,1142	7,6057	11,621

Pada bagian *Key Point*, *Margin Line* mulai terendam pada sudut $13,1^\circ$, sedangkan *Deck Edge* mulai terendam pada sudut $18,4^\circ$. Kedua nilai ini menunjukkan batas penting yang perlu diperhatikan dalam penilaian keselamatan dan stabilitas kapal.

Key point	Type	Immersion angle deg	Emergence angle deg
Margin Line (immersion pos = 0 m)		13,1	n/a
Deck Edge (immersion pos = 0 m)		18,4	n/a

Hasil evaluasi stabilitas kapal berdasarkan kriteria IMO A.749(18) Chapter 3. Hampir seluruh parameter memenuhi standar yang dipersyaratkan (Pass). Luas kurva stabilitas GZ dari 0° – 30° , 0° – 40° , dan 30° – 40° masing-masing bernilai 0,1971 m.rad, 0,2855 m.rad, dan 0,0884 m.rad, yang semuanya lebih besar dari nilai minimum yang dipersyaratkan sehingga dinyatakan memenuhi kriteria.

Nilai Initial GMt sebesar 2,167 m, jauh di atas batas minimum 0,15 m, yang menunjukkan kapal memiliki stabilitas awal yang sangat baik. Selain itu, sudut keseimbangan akibat perpindahan penumpang (Passenger Crowding) sebesar $0,0^\circ$ dan sudut keseimbangan saat berbelok (Turn Angle) sebesar $1,0^\circ$, keduanya masih berada di bawah batas maksimum 10° , sehingga memenuhi persyaratan keselamatan.

Pada semua kriteria *Angle of Maximum GZ*, tabel menunjukkan status *pass*, meskipun nilai aktual $29,1^\circ$ lebih besar dari persyaratan minimum 25° . Hal ini disebabkan oleh rentang sudut oleng yang dianalisis belum cukup luas (*Heel angle range does not extend sufficiently high*), sehingga perangkat lunak tidak dapat memverifikasi kriteria tersebut secara penuh. Untuk lebih jelas lihat Tabel 4.14 berikut:

Tabel 4.14 Hasil Analisis Stabilitas

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 30	0,0550	m.rad	0,1971	Pass	+258,32
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 40	0,0900	m.rad	0,2855	Pass	+217,23
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 30 to 40	0,0300	m.rad	0,0884	Pass	+194,76
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater	0,200	m		Pass	

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.3: Angle of maximum GZ	25,0	deg	29,1	Pass	+16,36
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.4: Initial GMt	0,150	m	2,167	Pass	+1344,67
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.5: Passenger crowding: angle of equilibrium	10,0	deg	0,0	Pass	+99,99
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.6: Turn: angle of equilibrium	10,0	deg	1,0	Pass	+89,51

4.6.5 Loadcase 5 Kapal Dengan Muatan Setengah Bahan bakar 20% (Half Load)

Loadcase 5 menggambarkan kondisi kapal dengan muatan setengah (*Half Load*) dan bahan bakar tersisa 20% tanpa mengalami kerusakan (*Intact*). Pada kondisi ini, berat total kapal (*Lightship*) sebesar 346,5 kg, ditambah berat mesin 31 kg, perlengkapan keselamatan seperti *lifebuoy*, *life jacket*, dan P3K, serta dua orang di atas kapal dengan berat masing-masing 75 kg. Penumpang lainnya tidak dimuat pada kondisi ini.

Jumlah bahan bakar yang digunakan hanya 20%, yaitu 0,8 kg dengan volume 1 liter, sehingga pengaruh bahan bakar terhadap distribusi berat kapal relatif kecil. Total berat seluruh loadcase menjadi 531,9 kg. Nilai *Longitudinal Center of Gravity* (LCG) berada pada 1,410 m, *Transverse Center of Gravity* (TCG) sebesar 0,000 m, sehingga distribusi beban kanan dan kiri kapal seimbang. Sementara itu, *Vertical Center of Gravity* (VCG) sebesar 0,231 m, yang menunjukkan pusat gravitasi kapal berada cukup rendah sehingga memberikan stabilitas yang baik. Untuk lebih jelas lihat

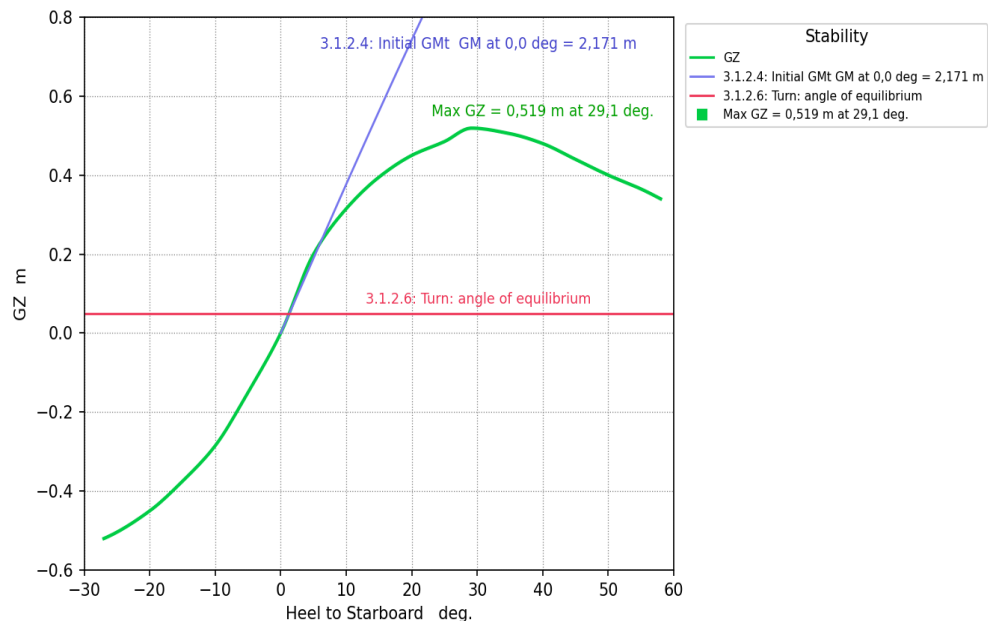
Tabel 4.15 Analisis Stabilitas

Item Name	Quantity	Unit Mass kg	Total Mass kg	Unit Volume litre	Total Volume litre	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM kg.m	FSM Type
Lightship	1	346,5	346,5			1,840	0,000	0,143	0,000	User Specified
ENGINE	1	31,0	31,0			1,143	0,000	0,211	0,000	User Specified
LIFEBUOY	1	2,5	2,5			3,229	0,000	0,136	0,000	User Specified
LIFE JACKET	1	0,7	0,7			3,680	0,000	0,267	0,000	User Specified
P3K	1	0,4	0,4			0,000	0,000	0,000	0,000	User Specified
PILOT	1	75,0	75,0			0,435	0,543	0,440	0,000	User Specified
PEOPLE 2	1	75,0	75,0			0,435	-0,543	0,440	0,000	User Specified
PEOPLE 3	0	75,0	0,0			1,670	0,000	0,320	0,000	User Specified

Item Name	Quantity	Unit Mass kg	Total Mass kg	Unit Volume litre	Total Volume litre	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM kg.m	FSM Type
PEOPLE 4	0	75,0	0,0			2,550	0,450	0,320	0,000	User Specified
PEOPLE 5	0	75,0	0,0			2,550	-0,450	0,320	0,000	User Specified
FUEL	20%	3,8	0,8	5,0	1,0	1,182	0,007	0,346	0,208	Maximum
Total Loadcase			531,9	5,0	1,0	1,410	0,000	0,231	0,208	
VCG fluid								0,231		

Berdasarkan grafik GZ, *Loadcase 5 (Half Load, Fuel 20%)* menunjukkan bahwa kapal memiliki stabilitas yang sangat baik. Nilai GMT yang tinggi (2,171 m) menunjukkan stabilitas awal yang kuat, sedangkan GZ maksimum sebesar 0,519 m pada sudut 29,1° menunjukkan kemampuan kapal yang baik untuk kembali ke posisi tegak setelah mengalami oleng. Dengan sudut keseimbangan akibat penumpang dan manuver yang sangat kecil, kapal dinilai aman dan memenuhi persyaratan stabilitas untuk kondisi muatan setengah dengan bahan bakar 20%. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 4.23.

Grafik Loadcase 5 Kapal Dengan Muatan Setengah Bahan bakar 20% (*Half Load*)



Gambar 4. 23 Grafik *Righting Lever* (GZ)

Pada analisis berikutnya tabel menunjukkan karakteristik stabilitas kapal pada berbagai sudut oleng (*heel*) dari -30° hingga 60° . Nilai *Righting Lever* (GZ) meningkat seiring bertambahnya sudut oleng dan mencapai nilai maksimum 0,519 m pada sudut 30° , kemudian menurun secara bertahap hingga 0,339 m pada sudut 60° . Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan kapal untuk kembali ke posisi tegak paling besar terjadi pada sudut oleng sekitar 30° .

Luas di bawah kurva GZ (*Area under GZ Curve*) juga meningkat seiring bertambahnya sudut oleng, yang menandakan kapal memiliki cadangan stabilitas yang baik. Displacement kapal tetap 531,9 kg pada seluruh kondisi, sehingga berat kapal tidak berubah selama pengujian. Untuk lebih jelas lihat Tabel 4.16.

Tabel 4.16 *Heel To Starboard Deg*

Heel to Starboard deg	-30,0	-20,0	-10,0	0,0	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0
GZ m	-0,519	-0,488	-0,350	0,000	0,350	0,488	0,519	0,488	0,423	0,339
Area under GZ curve from zero	0,1970	0,1085	0,0326	0,0000	0,0327	0,1084	0,1973	0,2858	0,3656	0,4323
Displacement kg	531,9	531,9	531,9	531,9	531,9	531,9	531,9	531,9	531,9	531,9
Draft at FP m	-0,189	-0,053	0,035	0,063	0,035	-0,053	-0,189	-0,380	-0,649	-1,071
Draft at AP m	0,030	0,108	0,154	0,154	0,154	0,109	0,030	-0,058	-0,168	-0,331
WL Length m	3,613	3,612	3,520	3,231	3,527	3,614	3,615	3,585	3,542	3,520
Beam max extents on WL m	1,004	1,278	1,718	1,709	1,719	1,278	1,004	0,909	0,804	0,690
Wetted Area m ²	4,044	4,167	5,079	5,730	5,081	4,170	4,046	4,050	4,060	4,070
Waterpl. Area m ²	2,837	3,589	4,647	5,328	4,650	3,591	2,839	2,288	1,941	1,718
Prismatic coeff. (Cp)	0,625	0,617	0,639	0,724	0,637	0,616	0,624	0,624	0,621	0,613
Block coeff. (Cb)	0,359	0,320	0,320	0,696	0,319	0,320	0,358	0,361	0,385	0,430
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	1,391	1,398	1,403	1,406	1,403	1,398	1,391	1,379	1,365	1,349
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	1,662	1,564	1,552	1,642	1,552	1,565	1,663	1,709	1,720	1,712
Max deck inclination deg	30,136	20,138	10,167	1,438	10,168	20,139	30,136	40,158	50,174	60,172
Trim angle (+ve by stern) deg	3,4595	2,5563	1,8739	1,438	1,8794	2,5624	3,4669	5,0899	7,5693	11,5663

Pada bagian *Key Point*, *Margin Line* mulai terendam pada sudut $13,2^{\circ}$, sedangkan *Deck Edge* mulai terendam pada sudut $18,5^{\circ}$. Nilai ini menunjukkan batas awal masuknya air ke bagian atas lambung sehingga menjadi parameter penting dalam penilaian keselamatan kapal.

Key point	Type	Immersion angle deg	Emergence angle deg
Margin Line (immersion pos = 0 m)		13,2	n/a
Deck Edge (immersion pos = 0 m)		18,5	n/a

Hasil analisis menunjukkan hasil evaluasi stabilitas kapal berdasarkan kriteria IMO A.749(18) *Chapter 3* pada kondisi *Half Load* dengan bahan bakar 20%. Hasil analisis menunjukkan bahwa hampir seluruh parameter stabilitas memenuhi persyaratan (Pass).

Nilai luas kurva GZ pada rentang 0° – 30° , 0° – 40° , dan 30° – 40° masing-masing sebesar 0,1973 m.rad, 0,2858 m.rad, dan 0,0885 m.rad. Seluruh nilai tersebut lebih besar dari batas minimum IMO, sehingga menunjukkan kapal memiliki cadangan stabilitas yang baik.

Nilai Initial GMt sebesar 2,171 m, jauh melebihi persyaratan minimum 0,150 m, yang menunjukkan kapal memiliki stabilitas awal yang sangat baik. Selain itu, sudut keseimbangan akibat perpindahan penumpang (*Passenger Crowding*) sebesar $0,0^{\circ}$ dan sudut keseimbangan saat berbelok (*Turn Angle*) sebesar $1,0^{\circ}$, keduanya masih jauh di bawah batas maksimum 10° , sehingga memenuhi standar keselamatan.

Pada kriteria *Angle of Maximum GZ*, status tercatat Fail meskipun nilai aktual $29,1^{\circ}$ lebih besar dari syarat minimum 25° . Hal ini terjadi karena perangkat lunak memberikan keterangan “*Heel angle range does not extend sufficiently high*”, yaitu rentang sudut oleng yang dianalisis belum cukup luas untuk memverifikasi kriteria tersebut secara penuh, bukan karena stabilitas kapal tidak memenuhi syarat. Untuk lebih jelas lihat Tabel 4.17.

Tabel 4.17 Hasil Analisis Stabilitas

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1 .2.1 : Area 0 to 30	0,0550	m.rad	0,1 973	Pass	+258,66
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1 .2.1 : Area 0 to 40	0,0900	m.rad	0,2858	Pass	+21 7,53
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1 .2.1 : Area 30 to 40	0,0300	m.rad	0,0885	Pass	+1 95,03

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1 .2.2: Max GZ at 30 or greater	0,200	m		Pass	
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1 .2.3: Angle of maximum GZ	25,0	deg	29,1	Pass	+1 6,36
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1 .2.4: Initial GMt	0,1 50	m	2,1 71	Pass	+1 347,33
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1 .2.5: Passenger crowding: angle of equilibrium	1 0,0	deg	0,0	Pass	+99,99
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1 .2.6: Turn: angle of equilibrium	1 0,0	deg	1,0	Pass	+89,54

Berdasarkan hasil analisis *Loadcase 1* hingga *Loadcase 5*, seluruh kondisi pembebanan menunjukkan bahwa kapal memiliki stabilitas yang baik dan memenuhi persyaratan IMO A.749(18). Pada setiap loadcase, nilai GZ maksimum berada di sekitar 0,518–0,519 m dengan sudut maksimum sekitar 29,1°, serta nilai Initial GMt yang jauh di atas batas minimum, sehingga menunjukkan stabilitas awal kapal sangat baik. Selain itu, sudut keseimbangan akibat perpindahan penumpang (*Passenger Crowding*) dan saat berbelok (*Turn Angle*) tetap berada dalam batas aman.

4.7. Proses Pembuatan kapal

4.7.1. Alat dan Bahan Yang digunakan

Sangat penting untuk memastikan bahwa seluruh keperluan produksi tersedia, sesuai spesifikasi, dan dalam kondisi siap pakai, sehingga proses pembuatan kapal dapat berjalan dengan lancar dan efisien. Material utama yang digunakan dalam proses pembuatan kapal sebagai berikut:

Tabel 4.18 Bahan

No	Bahan	Jumlah	Satuan
1	Resin	40	Kg
2	Katalis	300	ml

No	Bahan	Jumlah	Satuan
3	Wovin roving	25	M
4	MAT	20	M
5	Plywood 6mm	6	Keping
6	Kuas roll	2	Buah
7	Kuas Reffil	6	Buah
8	Lat	10	Batang
9	Skrup 2 inch	1	kotak
10	Cat Kompresor		liter

Tabel 4.19 Alat

No	Alat	Jumlah	Satuan
1	Gergaji	1	Buah
2	Bor	1	Buah
3	Palu	1	Buah
4	Gerinda	2	Buah
5	Meteran	1	Buah
6	Pensil	2	Buah
7	Cutter	1	Buah
8	Gunting	1	Buah
9	kompresor	1	Buah

Pada proses pembuatan kapal, seluruh permukaan lambung bagian luar dan bagian dalam dilaminasi menggunakan kombinasi material *fiberglass* berupa mat dan *woven roving* (WR). Berdasarkan ukuran kapal (panjang 4 meter, lebar 2 meter, dan tinggi sisi 0,45 meter) serta bentuk lambung datar yang ditunjukkan pada gambar *Lines Plan*, perkiraan luas area yang dilaminasi adalah sekitar 8 m² untuk bagian luar dan 8 m² untuk bagian dalam, sehingga total luas laminasi mencapai kurang lebih 16 m². Proses laminasi menggunakan susunan tiga lapis pada bagian luar, yaitu mat–WR–mat, dan 2 lapis pada bagian dalam dengan susunan mat-wr. Berdasarkan

standar penggunaan material *fiberglass* untuk metode *hand lay-up*, mat dan *woven roving* dengan gramasi 300 gsm memerlukan jumlah material yang sebanding dengan luas area yang dilaminasi.

Dari total luas 16 m² dan jumlah lapisan tersebut, estimasi kebutuhan mat mencapai sekitar 19 kg, sedangkan *woven roving* membutuhkan sekitar 10 kg. Kedua material ini kemudian disatukan menggunakan resin. Untuk metode *hand lay-up*, resin yang dibutuhkan berkisar antara 1,5 hingga 2 kali berat *fiberglass* yang digunakan. Dari total berat *fiberglass* yang terpakai, kebutuhan resin diperkirakan mencapai sekitar 40 liter. Jumlah ini sudah termasuk cadangan untuk penyerapan material, perataan permukaan, serta keperluan awal sebelum laminasi.

Dengan demikian, kebutuhan bahan utama dalam proses laminasi kapal dapat dirangkum sebagai berikut:

- a. Mat 300 gsm: ±19 kg
- b. *Woven Roving* 300 gsm: ±10 kg
- c. Resin: ±40 liter

4.7.2 Pembacaan Gambar Kerja

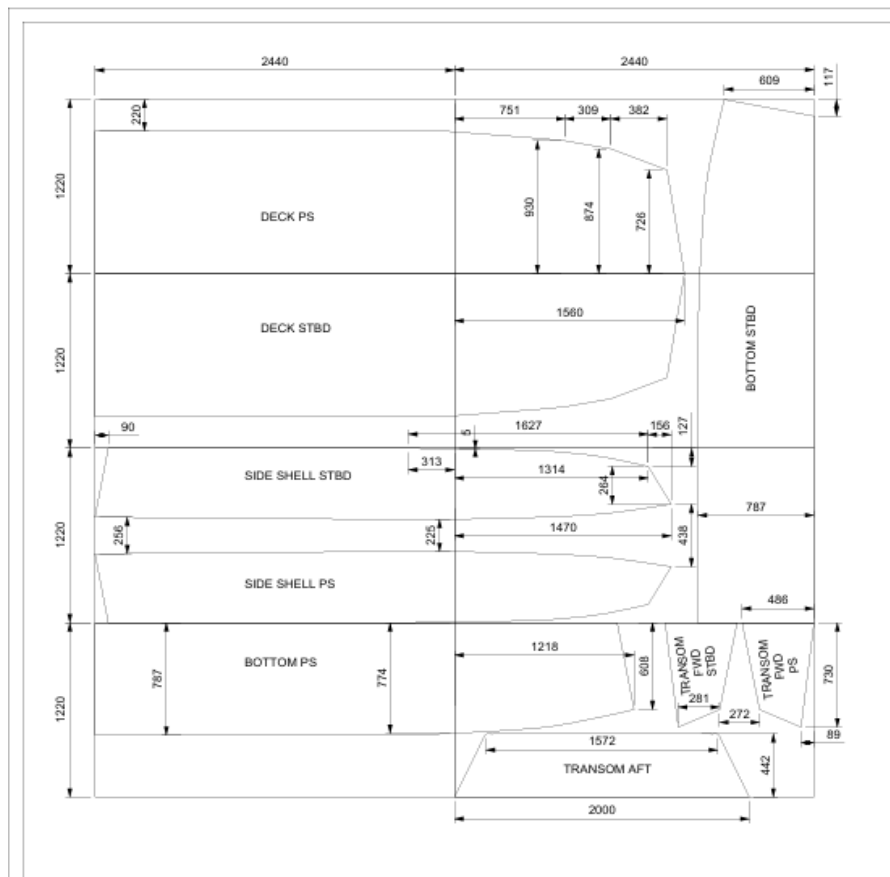
Gambar kerja pada tahap ini berupa *nesting* (Gambar 4.17), yaitu gambar pola panel yang akan menjadi bagian lambung kapal. *Nesting* berisi bentuk panel sisi kiri (*port side*) dan sisi kanan (*starboard*) lengkap dengan panjang, tinggi, garis top–bottom, titik referensi, serta lekukan haluan dan buritan.

Nesting ini berfungsi sebagai acuan utama dalam proses *marking* dan *cutting* karena seluruh *panel plywood* harus mengikuti bentuk yang tercetak pada gambar tersebut. Langkah-langkah pembacaan gambar kerja:

1. Mengidentifikasi semua garis acuan seperti baseline, garis lengkung haluan, titik transisi, dan garis sambungan.
2. Menganalisis tiap segmen panel berdasarkan ukuran yang tertera pada gambar *nesting* (misalnya panjang 2440 mm dan tinggi 1220 mm).
3. Menentukan titik koordinat penting yang akan dipindahkan ke

- papan *plywood* (titik-titik lengkung dan pertemuan garis panel).
4. Membaca bentuk lengkungan haluan dan buritan untuk memastikan cutting nanti sesuai kontur desain kapal.
 5. Menandai nomor panel (panel kiri, panel kanan, transom, serta bagian bawah) untuk mempermudah proses assembling berikutnya.

Dengan pembacaan ini, gambar nesting menjadi pedoman agar panel yang dipotong presisi, simetris, dan sesuai dimensi desain lambung. Dapat dilihat pada Gambar 4.24.

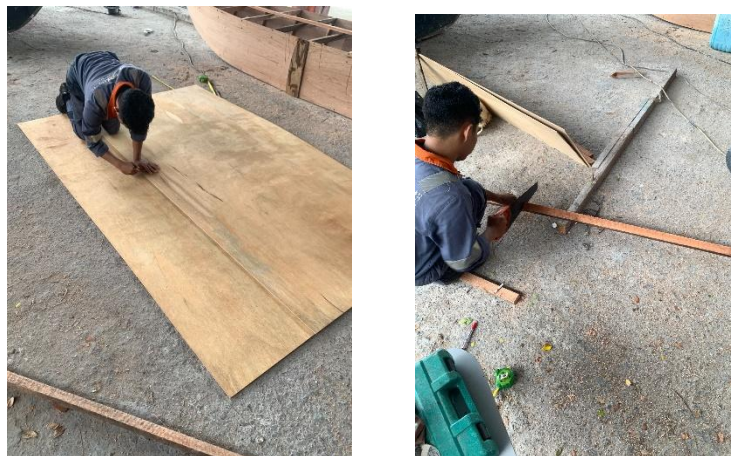


Gambar 4 .24 *Nesting*

4.7.3 . *Marking dan Cutting*

Proses marking dan cutting dilakukan berdasarkan gambar nesting pada Gambar 4.24. Tujuan tahap ini adalah memindahkan pola desain ke *plywood* dan memotongnya sesuai bentuk lambung kapal.

Marking dimulai dengan meletakkan *plywood* pada permukaan datar, kemudian pola dari gambar nesting dipindahkan ke permukaan *plywood* menggunakan meteran, siku, dan mall lentur untuk mengikuti lengkungan haluan dan buritan. Seluruh garis acuan digambar ulang dengan teliti agar kontur panel identik dengan yang tercantum pada gambar kerja. Setelah pola tergambar secara lengkap, proses cutting dilakukan menggunakan gergaji atau grinda, mengikuti garis marking dengan hati-hati, terutama pada bagian lengkung. Setelah pemotongan selesai, seluruh tepi panel diampelas untuk menghilangkan serabut dan memastikan panel sisi kiri dan kanan memiliki bentuk yang simetris. Proses ini dapat dilihat pada Gambar 4.15.



Gambar 4. 25 *Marking Dan Cutting*

4.7.4 Perakitan

Tahap perakitan dilakukan setelah semua bagian hasil cutting siap digunakan. Komponen-komponen disusun dan disambungkan sesuai gambar kerja sehingga membentuk struktur dasar kapal. Proses ini mencakup penyusunan gading, pemasangan panel lambung, pemasangan panel sisi kiri (*port side*) dan sisi kanan (*starboard*), dan penguatan titik-titik sambungan.

Kualitas perakitan akan menentukan kekuatan struktur kapal secara keseluruhan. Oleh karena itu, setiap sambungan harus dipastikan rapat, simetris, dan sesuai toleransi yang ditetapkan dalam desain. Dapat dilihat pada Gambar 4.26



Gambar 4. 26 *Proses Perakitan*

4.7.5.Laminasi

Tujuan laminasi adalah memberikan perlindungan dan meningkatkan kualitas material yang dilapisi. Secara umum, laminasi dilakukan untuk membuat suatu bahan menjadi lebih kuat, lebih tahan lama, dan lebih baik secara visual. Dalam konteks umum maupun pada material seperti kertas, triplek, atau komposit, laminasi bertujuan meningkatkan ketahanan terhadap goresan, air, lembap, panas tertentu, dan keausan.

Proses ini juga membantu mencegah permukaan cepat rusak atau kusam akibat kontak dan gesekan. Selain itu, laminasi berperan memperkuat struktur material sehingga tidak mudah retak, melengkung, atau terurai. Dari sisi tampilan, laminasi dapat memberikan efek mengkilap atau *doff* sehingga permukaan terlihat lebih rapi dan menarik. Pada beberapa aplikasi, laminasi

juga berfungsi menambah ketebalan, kekakuan, serta memberikan sifat baru sesuai kebutuhan seperti peningkatan kekuatan komposit, ketahanan kimia, atau durabilitas pada lingkungan luar. Proses laminasi dilakukan pada bagian luar dan bagian dalam material untuk memastikan kekuatan struktur yang merata. Setiap sisi menggunakan tiga layer, yaitu mat – *woven roving* (WR) – mat. Susunan ini dipilih karena lapisan mat berfungsi menyebarkan resin secara merata serta meningkatkan daya lekat antar lapisan, sedangkan lapisan WR memberikan kekuatan tarik dan kekakuan utama pada struktur komposit. Dapat dilihat pada Gambar 4.27.



Gambar 4 .27. Proses Laminasi Luar dan dalam

4.7.6 *Painting*

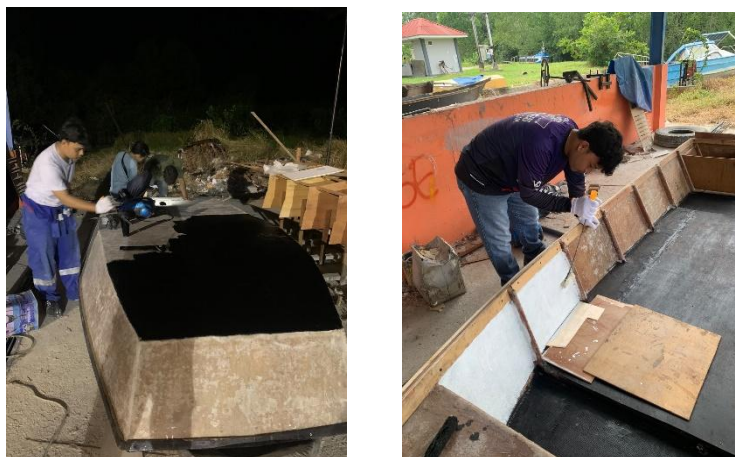
Painting atau pengecatan merupakan tahap akhir dalam proses pembuatan kapal yang dilakukan setelah proses laminasi dan pengamplasan selesai. Sebelum pengecatan, permukaan kapal dibersihkan terlebih dahulu dari debu, sisa resin, dan kotoran lainnya agar cat dapat menempel dengan baik pada permukaan fiberglass.

Setelah permukaan bersih, cat langsung diaplikasikan tanpa menggunakan lapisan primer. Pada proses ini, pengecatan dilakukan menggunakan roller, seperti yang terlihat pada gambar, sehingga cat dapat tersebar secara merata pada bagian dalam lambung kapal. Pengecatan dilakukan secara bertahap hingga seluruh permukaan tertutup dengan baik dan menghasilkan lapisan yang rata.

Tujuan proses painting adalah:

- a. Melindungi permukaan kapal dari pengaruh cuaca, air, dan kelembapan.
- b. Meningkatkan nilai estetika kapal dengan memberikan warna yang rapi dan menarik.
- c. Menghasilkan permukaan yang lebih halus sehingga dapat mengurangi hambatan saat kapal bergerak di air.

Untuk memperoleh hasil yang maksimal, pengecatan dilakukan sebanyak 2–3 lapis dengan memberikan waktu pengeringan pada setiap lapisan. Setelah seluruh proses selesai, dilakukan pemeriksaan akhir untuk memastikan lapisan cat telah menutupi seluruh permukaan secara merata dan tidak terdapat cacat seperti gelembung, retak, atau bagian yang belum tercat. Dapat dilihat pada Gambar 4.28.



Gambar 4. 28 *Painting* Atau Pengecatan

4.7.7. *Finishing*

Setelah seluruh proses finishing kapal diselesaikan, dilakukan tahap uji coba di perairan untuk memastikan kondisi akhir kapal dalam keadaan baik dan siap digunakan. Finishing yang telah dikerjakan meliputi pengecatan bagian luar dan dalam kapal, pembersihan permukaan, serta pemeriksaan ulang terhadap sambungan dan struktur lambung. Tahap ini dilakukan untuk memastikan bahwa kapal telah melalui proses penyempurnaan dengan standar yang diperlukan sebelum diuji langsung di air.

Uji coba dilakukan dengan menurunkan kapal ke perairan dan mengoperasikannya secara langsung. Pengujian ini bertujuan untuk memeriksa apakah kapal dapat mengapung dengan baik, mudah digunakan, serta tidak mengalami kendala selama berada di air. Pada saat pengujian, kapal dinaiki oleh beberapa orang untuk memastikan bahwa kapal tetap berada dalam kondisi aman saat digunakan sesuai. Dapat dilihat pada Gambar 4.29.



Gambar 4. 29 Pengujian

a. Pengukuran

Pengukuran dimensi utama dilakukan setelah kapal selesai dibangun dan seluruh proses *finishing* selesai. Pengukuran bertujuan untuk mengetahui apakah dimensi aktual kapal telah sesuai dengan ukuran yang ditentukan pada tahap perancangan.

Pengukuran dilakukan menggunakan alat ukur panjang seperti meteran. Pengukuran dilakukan pada bagian kapal yang telah ditentukan sesuai dengan parameter ukuran utama.

Parameter yang diukur meliputi:

1. Panjang kapal (LOA), yaitu jarak memanjang kapal dari bagian haluan sampai buritan sesuai dengan acuan pengukuran yang digunakan.
2. Lebar kapal (B), yaitu jarak melintang pada bagian kapal yang mempunyai lebar maksimum.
3. Tinggi kapal (H), yaitu jarak vertikal dari dasar kapal sampai bagian atas lambung.
4. Sarat kapal (T), yaitu jarak vertikal antara dasar kapal dengan permukaan air pada kondisi kapal mengapung.



Gambar 4 .30 Pengukuran Dimensi Kapal Peneliti

Tabel 4.20 Dimensi Utama Kapal

No	Parameter	Simbol	Nilai (Satuan)
1	Panjang	LOA	4 m
2	Lebar	B	2 m
3	Tinggi	H	0,45 m
4	Sarat	T	0,15 m

Berdasarkan perbandingan tersebut, terdapat perbedaan utama pada material . Penelitian sebelumnya menggunakan PVC, sedangkan penelitian ini menggunakan kombinasi *plywood* dan *fiberglass*. Pemilihan *plywood* dan *fiberglass* dilakukan karena material tersebut dapat dibentuk sesuai dengan

desain lambung kapal yang direncanakan dan dapat dikombinasikan untuk menghasilkan yang sesuai dengan kebutuhan kapal penyelamat.

Perbedaan material juga perlu diperhatikan dalam membandingkan hasil pengukuran dan pengujian. Kapal dengan material PVC dan kapal dengan kombinasi *plywood-fiberglass* tidak dapat dibandingkan hanya berdasarkan berat atau kekuatan material, tetapi perlu mempertimbangkan ukuran utama, distribusi berat, kapasitas muatan, sarat, dan stabilitas.

Dengan demikian, penelitian sebelumnya yang menggunakan PVC dapat digunakan sebagai data pembandingan, sedangkan hasil pengukuran kapal penelitian ini digunakan untuk mengetahui kesesuaian antara desain dan kondisi aktual kapal yang dibuat.

Tabel 4.21 Dimensi Utama Kapal Sebelumnya

No	Parameter	Simbol	Nilai (Satuan)
1	Panjang	LOA	4 m
2	Lebar	B	1,5 m
3	Tinggi	H	0,40 m
4	Sarat	T	0,15 m



Gambar 4 .31 Pengukuran perbandingan kapal

Dengan demikian, penelitian sebelumnya yang menggunakan PVC dapat digunakan sebagai data pembandingan, sedangkan hasil pengukuran kapal penelitian ini digunakan untuk mengetahui kesesuaian antara desain dan kondisi aktual kapal yang dibuat.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan proses perancangan serta pembuatan kapal penyelamat berbahan kombinasi *plywood* dan *fiberglass*, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Ukuran utama kapal berhasil diperoleh berdasarkan hasil survei lapangan, analisis data pembanding, dan wawancara langsung dengan petugas Pantai Wisata Selat Baru mengenai kebutuhan operasional kapal penyelamat. Dari hasil wawancara tersebut permintaan dari pengelola pantai dengan ukuran utama kapal yaitu panjang (LOA) 4 meter, lebar (B) 2 meter, tinggi (H) 0,45 meter, dan sarat (T) 0,15 meter. Dari permintaan tersebut dibuktikan juga disurat izin permohonan penelitian dari pihak pengelola pantai dan surat berita acara yang di tanda tangan langsung oleh Bapak Iwan Kurniawan selaku ketua UPT Pantai mandani wisata selat baru.
2. Perencanaan desain TRG (Rencana Garis/*Lines Plan*) dan TRU (Rencana Umum) telah berhasil dibuat menggunakan perangkat lunak *Maxsurf* dan *AutoCAD*. Hasil perancangan menghasilkan gambar *body plan*, *sheer plan*, *half breadth plan*, serta general arrangement yang menjadi acuan dalam proses pembangunan kapal penyelamat.
3. Analisis stabilitas menunjukkan bahwa kapal memenuhi kriteria stabilitas yang baik. Pada seluruh kondisi pembebanan (*loadcase*), kurva *Righting Lever* (GZ) menunjukkan nilai positif sehingga kapal memiliki kemampuan untuk kembali ke posisi tegak setelah mengalami kemiringan. Nilai GZ maksimum yang diperoleh pada masing-masing kondisi adalah sekitar:
 - a. *Loadcase 1 (Fuel Load)*: 0,439 m pada sudut oleng sekitar 30°.
 - b. *Loadcase 2 (Lightship)*: ±0,58 m pada sudut 35°–40°.
 - c. *Loadcase 3 (Fuel 50%)*: ±0,478 m pada sudut 30°.
 - d. *Loadcase 4 (Half Load)*: ±0,518 m pada sudut 30°.

- e. *Loadcase 5 (Half Load, Fuel 20%)*: $\pm 0,519$ m pada sudut sekitar 29° – 30° .

Hasil tersebut menunjukkan bahwa kapal memiliki kemampuan pemulih (*righting ability*) yang baik dan layak digunakan sebagai kapal penyelamat pada kondisi operasi yang direncanakan.

4. Proses pembuatan kapal penyelamat menggunakan bahan kombinasi *plywood* dan *fiberglass* dengan metode *hand lay-up* telah dilaksanakan sesuai tahapan, yaitu sebagai berikut:

- a. pembacaan gambar kerja
- b. *marking*
- c. *cutting*
- d. perakitan
- e. laminasi
- f. pengecatan (*painting*)
- g. *finishing*.

Seluruh tahapan tersebut menghasilkan sebuah kapal penyelamat berbahan kombinasi *plywood* dan *fiberglass* yang sesuai dengan desain, memiliki bahan yang kuat, ringan, serta siap digunakan sebagai sarana pendukung keselamatan di Pantai Selat Baru..

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, beberapa saran yang dapat diberikan adalah:

1. Penelitian selanjutnya disarankan melakukan uji coba (*sea trial*) secara langsung di perairan Pantai Selat Baru untuk mengetahui performa kapal terhadap kecepatan, kemampuan manuver, dan stabilitas pada kondisi operasi sebenarnya.

2. Perlu dilakukan analisis kekuatan struktur yang lebih rinci, termasuk perhitungan dan evaluasi umur pakai material *fiberglass* agar kapal memiliki tingkat keamanan yang lebih tinggi.
3. Kapal penyelamat yang telah dirancang diharapkan dapat direalisasikan dan dimanfaatkan oleh pengelola Pantai Selat Baru sebagai sarana pendukung kegiatan *Search and Rescue (SAR)* sehingga dapat meningkatkan keselamatan wisatawan.
4. Penelitian berikutnya dapat mengembangkan desain kapal dengan penambahan peralatan keselamatan, sistem penggerak yang lebih optimal, serta penggunaan material komposit yang lebih ringan dan memiliki ketahanan lebih baik untuk meningkatkan kinerja kapal penyelamat.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Nasional Pencarian dan Pertolongan Republik Indonesia. (2023). Peraturan Badan Nasional Pencarian dan Pertolongan Nomor 3 Tahun 2023 tentang Standar Teknis Sarana Penyelenggaraan Pencarian dan Pertolongan di Lingkungan Badan Nasional Pencarian dan Pertolongan.
- Evans, J. H. (1959). *Basic Design Concepts. Journal of the American Society for Naval Engineers*, 71(4), 671–678.
- Ikhwanur Rizka. (2017) *Rancang bangun body minimax sebagai penunjang wisata bahari pantai selat baru*, Tugas Akhir, Program Studi D3 Teknik Pekapalan Politeknik Negeri Bengkalis.
- International Maritime Organization*. (1996). *International Life-Saving Appliance (LSA) Code, Resolution MSC.48(66)*.
- Robert Taggart (1980) *Ship Design and construction, society of naval arcitectur & marine engineers*
- International Maritime Organization*. (2008). *International Code on Intact Stability, 2008 (2008 IS Code)*. London: *International Maritime Organization*.
- Imo, “Code On Intact Stability For All Type Off Ship Covered By Imo Instruments.Resolution A. 749” 2008, PP. 14-28
- IMO.1974, *International Conversion For the Safety of life at sea (SOLAS) International Standard Organization*.
- International Organization for Standardization*. (2002). *ISO 12215-3:2002: Small craft — Hull construction and scantlings — Part 3: Materials: Steel, aluminium alloys, wood, other materials*. Geneva: *International Organization for Standardization*.

Robert Taggart (1980) *Ship Design and construction, society of naval arcitectur & marine engineers.*

Supriadi, A., Trisatya, D. R., & Sulastiningsih, I. M. (2020). Sifat kayu lapis yang dibuat dari lima jenis kayu asal Riau. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 25(4), 657–663. <https://doi.org/10.18343/jipi.25.4.657>

LAMPIRAN



Dokumentasi wawancara kepada petugas pantai
Wisata selat baru



Dokumentasi saat melakukan survey lapangan dan kondisi perairan
Pantai wisata selat baru

Terseret Ombak, Nelayan Hilang di Pantai Indah Selat Baru Ditemukan Meninggal Dunia



Penemuan jasad nelayan yang sempat hilang saat melaut



by Nurjali

Rabu, 16 Agustus 2023 - 22:04 WIB



Bengkalis, Batamnews - Tragedi naas menimpa seorang nelayan yang sebelumnya dilaporkan hilang di Pantai Indah Selat Baru. Hotma Tua Hangabea Rambe, nelayan yang dinyatakan hilang pada Selasa, 15 Agustus 2023, akhirnya ditemukan dalam kondisi meninggal dunia.

Penemuan yang mengguncangkan ini dilakukan oleh Tim Rescue SAR Bengkalis pada Rabu, 16 Agustus 2023. Tim penyelamat melakukan penyisiran intensif di sepanjang Perairan Selat Baru dan Sungai Jangkang dalam upaya mencari nelayan yang hilang tersebut.

Kepala SAR Pekanbaru, Budi Cahyadi SSos MM, memberikan pernyataan terkait penemuan ini kepada batamnews.co.id pada Rabu, 16 Agustus 2023.

Baca juga : [Tim SAR Gabungan Temukan Barang Milik Korban Kapal Tenggelam Mengapung di Selat Malaka](#)

Menurut Budi Cahyadi, Hotma Tua Hangabea Rambe, seorang penduduk Desa Bantan Tua, Kecamatan Bantan, dilaporkan hilang oleh keluarganya pada Selasa, 15 Agustus 2023, saat tengah menjaring ikan di Pantai Indah Selat Baru.

Tim penyelamat langsung bergerak cepat dan turun ke lokasi pada Rabu, 16 Agustus 2023, sekitar pukul 11.00 WIB. Budi Cahyadi menjelaskan bahwa tim ini segera berkoordinasi dan melaksanakan pencarian intensif.

Baca juga : [Mendesak Menteri BUMN Erick Thohir Turun Langsung, Lihat Kinerja Pertamina Hulu Rokan](#)

Hasilnya, sekitar pukul 13.00 WIB, jasad Hotma Tua Hangabea Rambe berhasil ditemukan dalam keadaan meninggal dunia.

Budi Cahyadi mengungkapkan dugaan bahwa korban kemungkinan terseret oleh ombak saat sedang menjaring ikan di laut. "Saat ini, jasad korban telah dibawa ke rumah duka. Proses pencarian telah ditutup dan dianggap selesai," tambahnya dengan nada sedih.

Seorang nelayan tenggelam di laut Bengkulu

Sabtu, 9 Desember 2023 07:28 WIB



sejumlah anggota Basarnas Pekanbaru sedang melakukan pencarian terhadap nelayan Vena (60) yang diduga jatuh ke laut perairan Kuala Selat Baru Kecamatan Bantan Kabupaten Bengkulu, Provinsi Riau. (ANTARA/HO Humas Basarnas Pekanbaru)

Pekanbaru (ANTARA) - Tim Pencarian dan Pertolongan Basarnas Pekanbaru menggiatkan pencarian terhadap seorang nelayan Vena (60) yang diduga jatuh ke laut perairan Kuala Selat Baru Kecamatan Bantan Kabupaten Bengkulu.

"Pencarian dilakukan berdasarkan laporan yang diterima pada Jumat (8/12) pukul 16.00 WIB telah terjadi kecelakaan kapal berupa satu orang terjatuh ke laut saat mencari ikan di perairan Kuala Selat Baru Kecamatan Bantan Kabupaten Bengkulu," Kepala Basarnas Pekanbaru Budi Cahyadi dalam keterangannya di Pekanbaru, Jumat.

Budi mengatakan, korban hilang pada awalnya pergi melaut mencari ikan pada Selasa (5/12) pukul 16.00 WIB.

Biasanya, kata Budi menyebutkan lagi korban sudah kembali ke rumah pada keesokan harinya, namun sampai saat ini korban belum pulang.

"Kita telah menurunkan tim SAR ke lokasi kejadian untuk melakukan pencarian terhadap korban, Tim yang turun untuk melakukan pencarian sebanyak lima orang," katanya.

Ia menjelaskan, bahwa saat pencarian, keluarga korban menemukan kapal yang membawa Vena akan tetapi korban justru tidak ada berada di atas kapal itu di duga korban jatuh ke laut.

Dalam upaya pencarian korban, pihaknya juga mendapatkan bantuan dari unsur terkait lainnya, yakni Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Riau, kepolisian dan juga masyarakat setempat.

"Tim juga membawa peralatan berupa rescue carier, ruber boat, peralatan selam dan juga alat navigasi dan lain lain," demikian Budi.

Sementara itu Forecaster On Duty Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Pekanbaru, Bibin S menyebutkan suhu udara di wilayah Riau diperkirakan berkisar antara 22.0 – 33.0 °C dengan kelembapan udara 60–99 persen.

Angin yang berembus dari arah Barat Daya ke Barat Laut dengan kecepatan 10 - 30 Km/jam juga menjadi faktor yang perlu diperhatikan, terutama bagi aktivitas luar ruangan dan pelayaran.

"Prakiraan gelombang laut di perairan Provinsi Riau relatif tenang dengan tinggi gelombang berkisar antara 0.01 – 0.50 meter," demikian Bibin.

SURAT PERMOHONAN IZIN PENELITIAN



PEMERINTAH KABUPATEN BENGKALIS
UNIT PELAKSANA TEKNIS PENGELOLAAN WISATA KEC. BANTAN
DINAS PARIWISATA, KEBUDAYAAN,
KEPEMUDAAN DAN OLARAGA KABUPATEN BENGKALIS

Jl. Pantai Indah Selatbaru Kec. Bantan

Bengkalis, 24 Juli 2026

Nomor : 556/UPT/VII/2026/18
Lampiran : 1 berkas
Perihal : Balasan Surat Permohonan Izin Permintaan Data

Yth. Direktur Politeknik Negeri Bengkalis

di
Tempat

Menindak lanjuti surat dari Politeknik Negeri Bengkalis Nomor : /PL31/TU/2026 berkenaan dengan permohonan izin Permintaan Data, maka dengan ini Kepala UPT Pengelolaan Wisata Kecamatan Bantan memberikan izin untuk permintaan data dalam proses penyusunan Tugas Akhir kepada :

Nama : Muhammad Zakuan
Nim : 1103230034
Prodi : Teknik Perkapalan
Judul Penelitian : Rancang Bangun Kapal Penyelamat di Pantai Selatbaru

Demikianlah surat ini kami sampaikan. Atas kerjasamanya kami ucapkan terimakasih.

KEPALA UNIT PELAKSANAAN TEKNIS
PENGELOLAAN WISATA KECAMATAN BANTAN



SURAT BERITA ACARA PENELITIAN



PEMERINTAH KABUPATEN BENGKALIS PANTAI WISATA SELAT BARU

Jl. Pantai Selat Baru, Desa Selat Baru, Kecamatan Bantan,
Kabupaten Bengkalis, Provinsi Riau 28753
Email: disparbudpora@bengkalis.go.id | Telp. 0812-XXXX-XXXX

BERITA ACARA EVALUASI PENELITIAN

BENGKALIS, 30 Des 2025

Pada hari ini, KAMIS, tanggal 30 DESEMBER 2025, bertempat di Pantai Wisata Selat Baru, Desa Selat Baru, Kecamatan Bantan, Kabupaten Bengkalis, Provinsi Riau, telah dilaksanakan kegiatan penelitian lapangan mengenai Rancang Bangun Kapal Penyelamat Berbahan plywood Fiberglass untuk Mendukung Keselamatan Pengunjung di Pantai Wisata Selat Baru.

PIHAK PERTAMA

Nama : Muhammad Sari

Jabatan : Pengelola Pantai Wisata Selat Baru

Bertindak untuk dan atas nama : Pengelola Pantai Wisata Selat Baru.

PIHAK KEDUA

Nama : Muhammad Zakuan

Jabatan : Mahasiswa Program Studi Teknik Perkapalan

Bertindak untuk dan atas nama : Tim Peneliti Program Studi Teknik Perkapalan.

PASAL 1

PIHAK PERTAMA memberikan izin, informasi, serta pendampingan kepada PIHAK KEDUA untuk melaksanakan penelitian mengenai perencanaan dan rancang bangun kapal penyelamat berbahan plywood dan fiberglass yang akan digunakan sebagai sarana penunjang keselamatan di kawasan Pantai Wisata Selat Baru. secara khusus mengajukan permintaan agar kapal tersebut memiliki dimensi yang sesuai dengan kebutuhan yaitu panjang (P) 4 meter, lebar (B) 2 meter, tinggi (H) 0,45 meter, dan sarat (T) 0,15 meter.

PASAL 2

PIHAK KEDUA telah melaksanakan kegiatan penelitian sesuai dengan prosedur yang berlaku serta memperoleh data yang diperlukan sebagai dasar penyusunan tugas akhir mengenai desain dan ukuran utama kapal penyelamat.

PASAL 3

Data dan informasi yang diperoleh selama penelitian akan digunakan hanya untuk kepentingan akademik, penyusunan tugas akhir, serta pengembangan desain kapal penyelamat yang diharapkan dapat menjadi rekomendasi bagi peningkatan keselamatan wisatawan di Pantai Wisata Selat Baru. Hasil penelitian akan disampaikan kepada pihak pengelola sebagai bahan masukan apabila diperlukan.



PEMERINTAH KABUPATEN BENGKALIS
PANTAI WISATA SELAT BARU

Jl. Pantai Selat Baru, Desa Selat Baru, Kecamatan Bantan,
Kabupaten Bengkulu, Provinsi Riau 28753
Email: disparbudpora@bengkalis.go.id | Telp. 0812-xxxx-xxxx

Demikian Berita Acara ini dibuat dengan sebenarnya untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Bengkalis, 30 Desember 2025

Pihak Pertama	Pihak Kedua
 (Muhammad Zakuan)) Mahasiswa Teknik Perkapalan	 (Muhammad Zakuan) Mahasiswa Teknik Perkapalan



Dokumentasi Hasil Analisis Data Pemandangan



PRODUK KAPAL

MAIN DIMENSION

LOA	: 4	M
B	: 2	M
H	: 0.45	M
T	: 0.15	M

TEKNIK PERKAPALAN
POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS

DETAIL
1:15

ANGKUT BEROT
A3

REVISI
P1

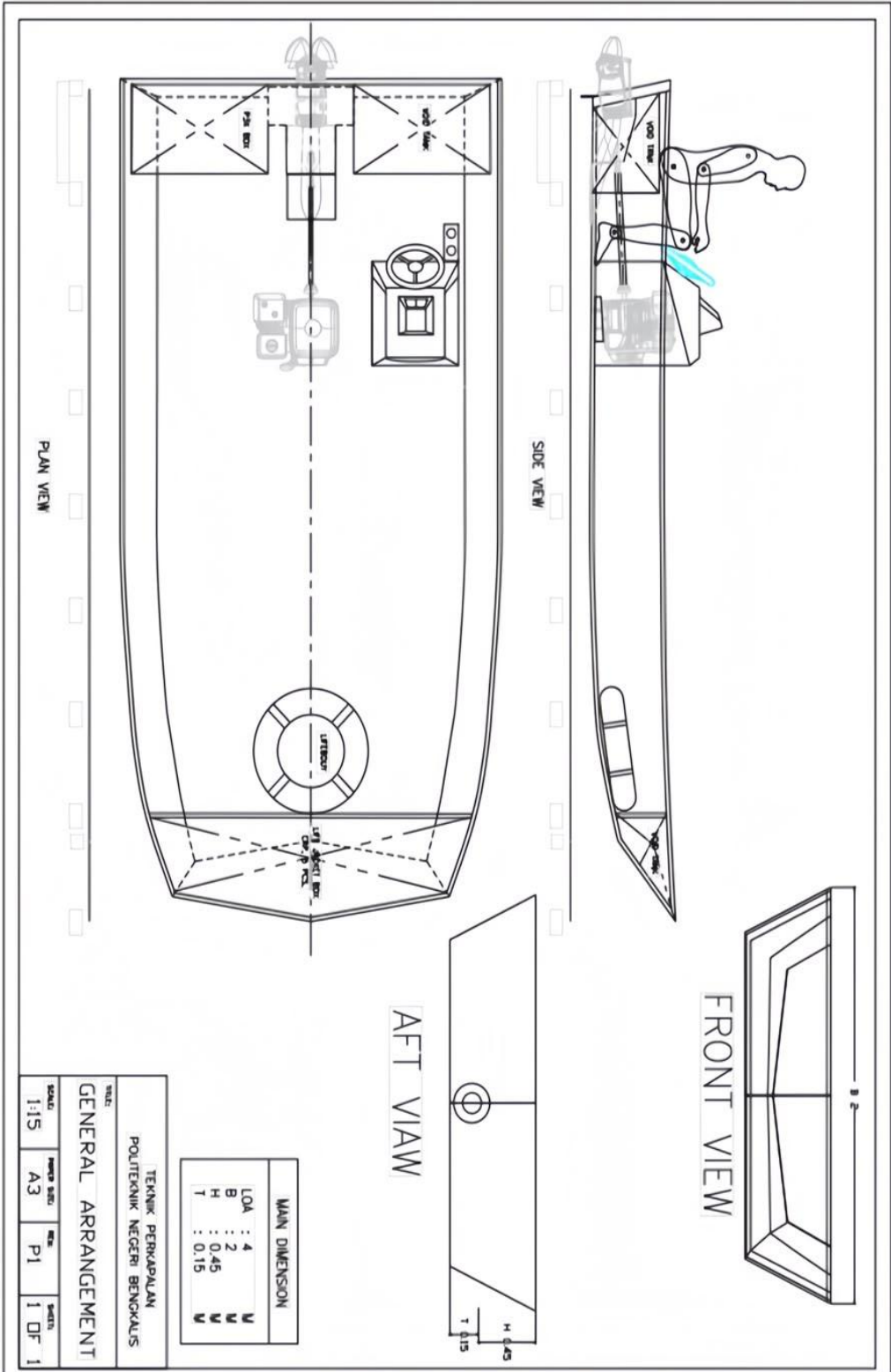
DISKUSI
1 DF 1

Body Plan

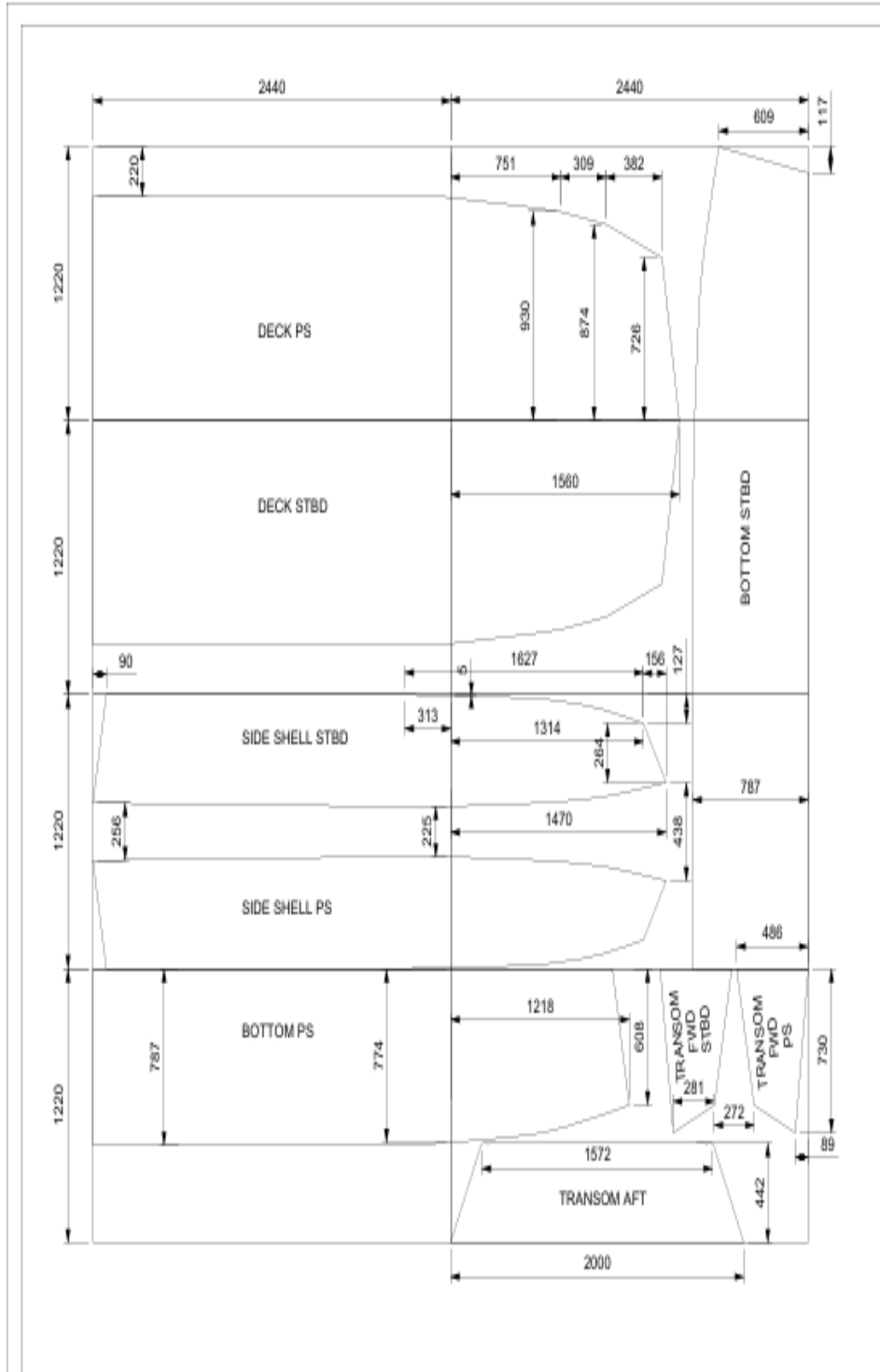
Buttock Plan

Half-Breath Plan

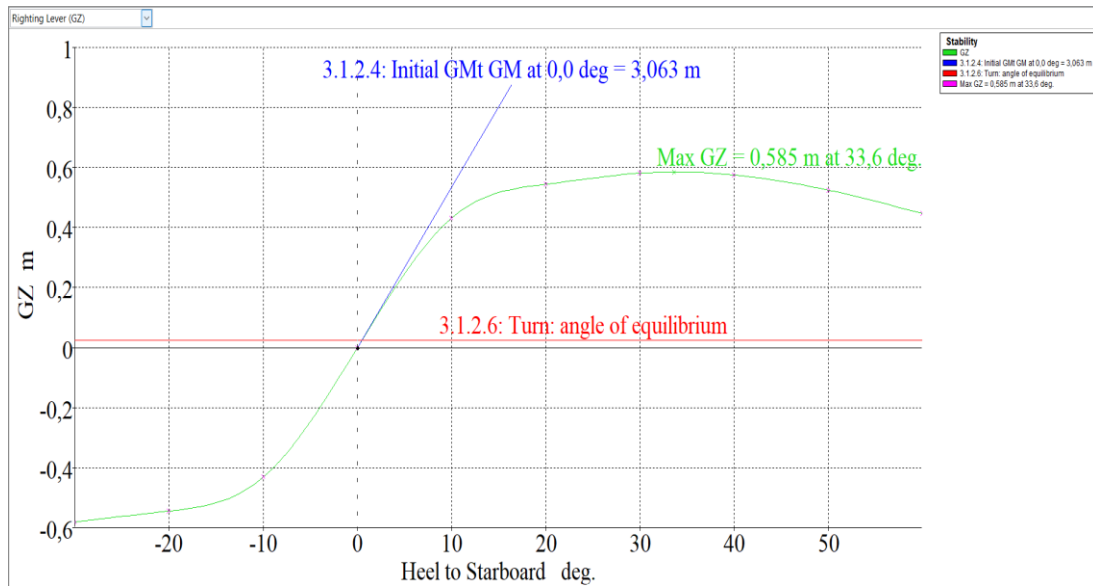
GAMBAR RENCANA UMUM



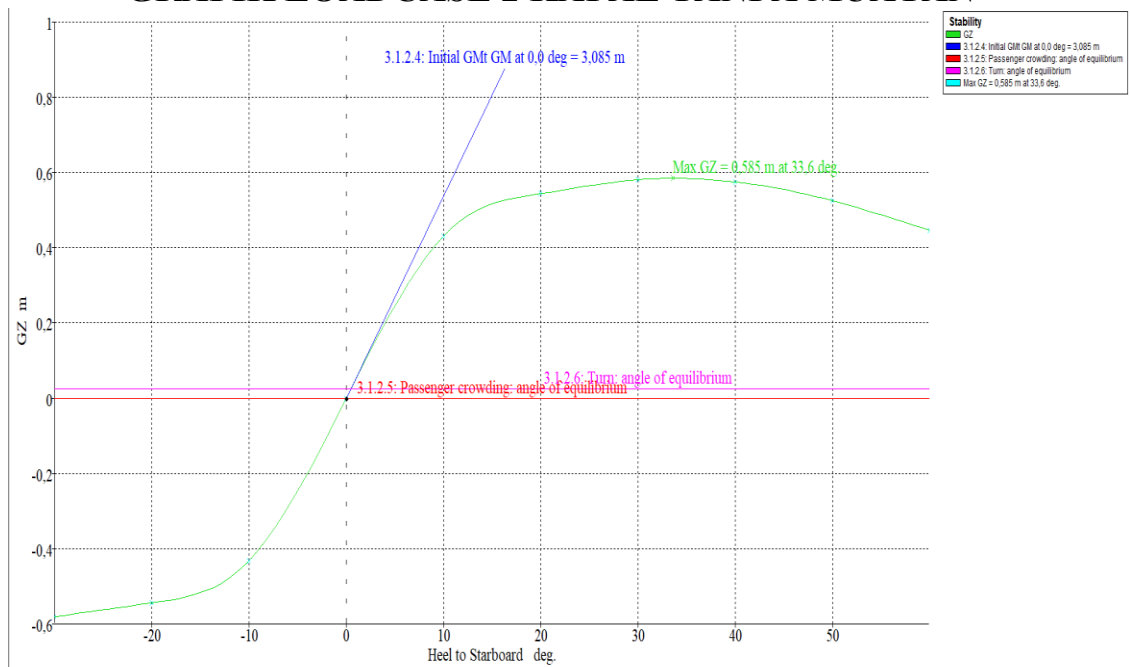
NESTING



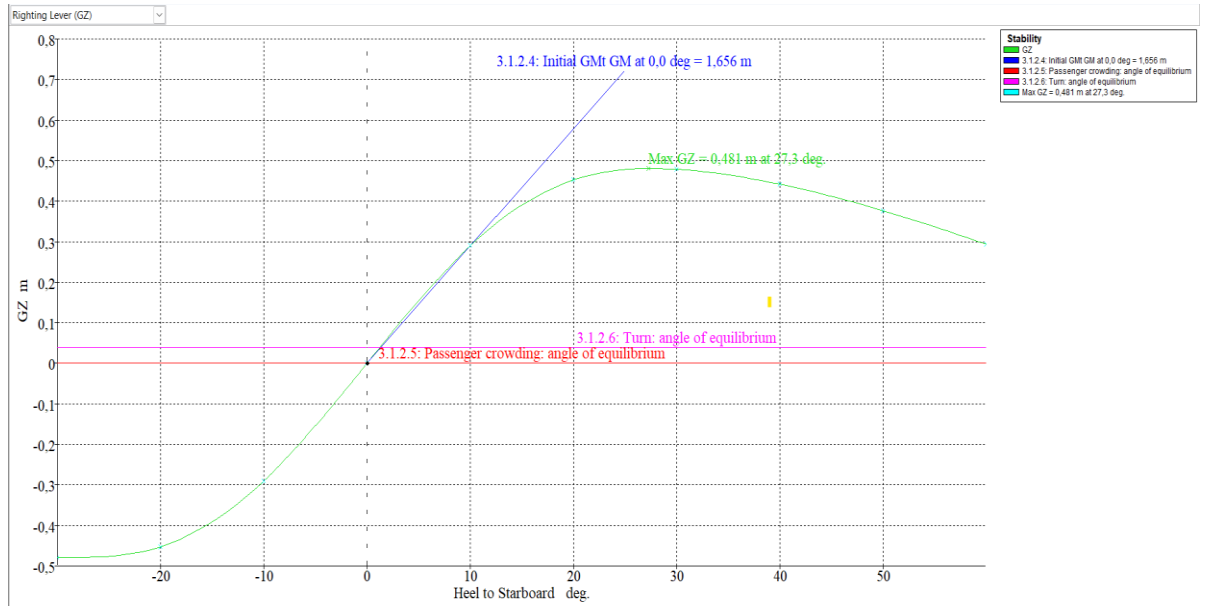
GRAFIK LOADCASE 1 (FUEL LOAD) TANGKI BAHAN BAKAR PENUH



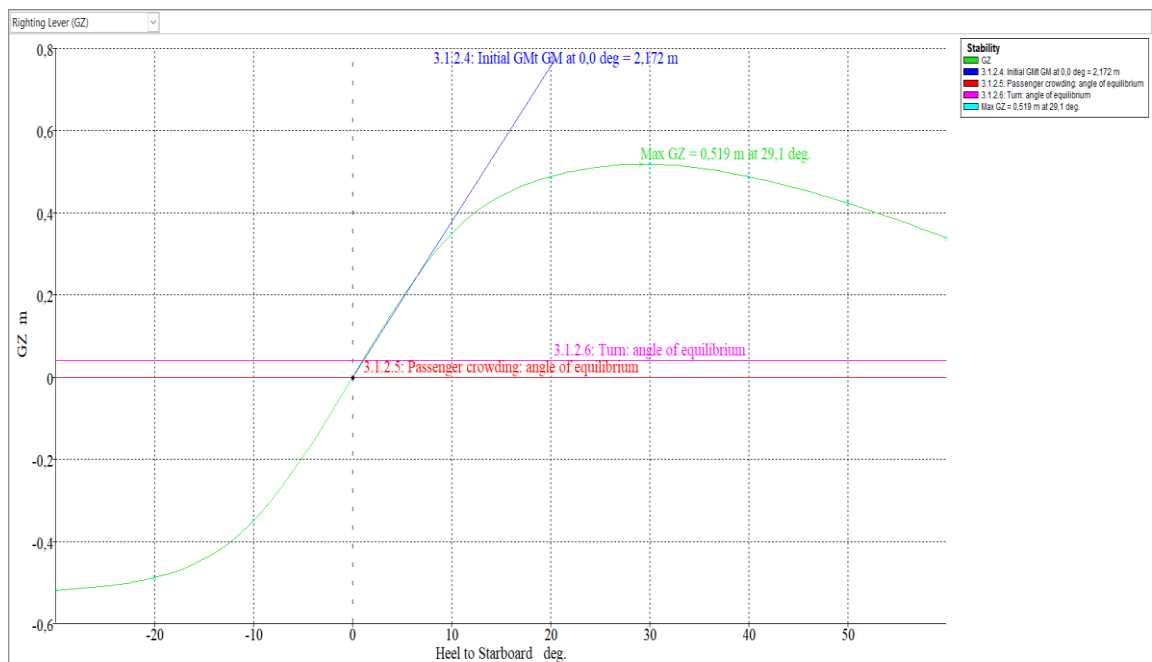
GRAFIK LOADCASE 2 KAPAL TANPA MUATAN



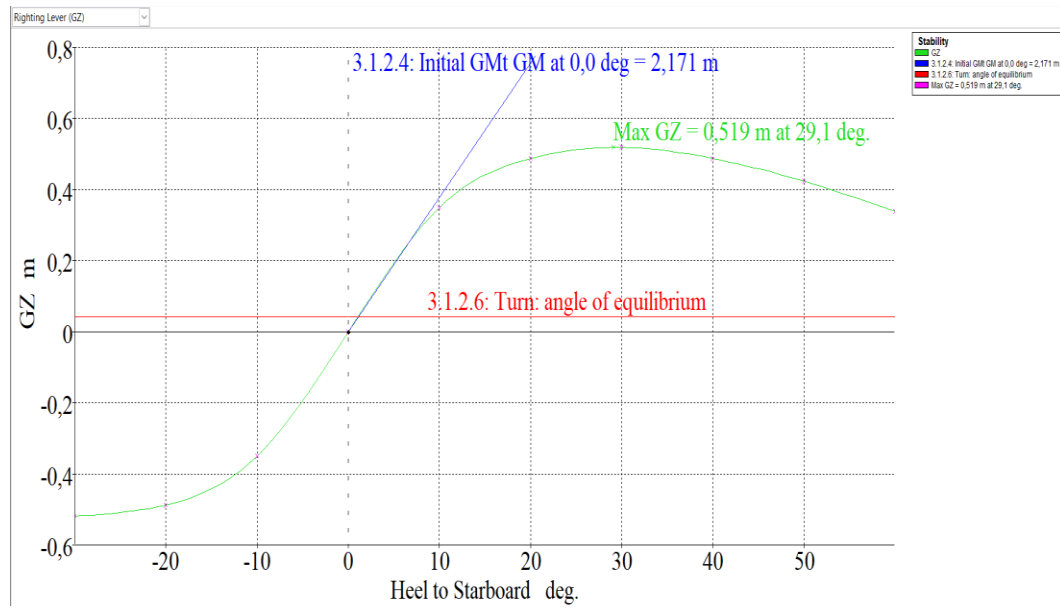
GRAFIK LAODCASE 3 KAPAL DENGAN KAPASITAS BAHAN BAKAR 50%



GRAFIK LOADCASE 4 MUATAN SETENGAH (*HALF LAOD*)



GRAFIK LOADCASE 5 KAPAL



Pengujian





Dokumentasi pada saat melakukan pengujian stabilitas



Dokumentasi pada saat pengukuran dimensi Kapal